

Cálculo De La Probabilidad De Rotación Del Personal En La Financiera Comultrasan A Partir
De Estadística Multivariada.

Dayro Yesid Ortiz Lésmez

Trabajo De Grado Para Optar Al Título De Especialista En Estadística

Director,
Henry Sebastián Rangel Quiñónez
Magíster en Ciencias Estadísticas

Universidad Industrial De Santander
Facultad De Ciencias
Escuela De Matemáticas
Especialización En Estadística
Bucaramanga
2020

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad, la salud, la sabiduría y el discernimiento para emprender y sacar adelante este proyecto.

A mi familia y mi novia por todo el apoyo en este proceso de formación y esa voz de aliento que me brindaron siempre.

A Financiera Comultrasan un profundo agradecimiento por darme esta maravillosa oportunidad de demostrar mis capacidades y así mismo seguir creciendo profesionalmente.

A mi director y profesor Henry Sebastián Rangel Quiñónez, por sus enseñanzas, paciencia, disposición de tiempo y dedicación en la dirección y apoyo de este proyecto.

A mi evaluadora y profesora Tulia Esther Rivera Flórez que con su experiencia y aportes enriquecieron este proyecto.

A todas esas personas que como profesores o compañeros de estudio aportaron en este proceso de formación y a la Universidad Industrial de Santander por haber permitido formarme en ella.

Tabla de Contenido

Introducción	13
1 Antecedentes	18
2 Justificación	21
3 Objetivos	23
3.1 Objetivo principal	23
3.2 Objetivos específicos	23
4 Marco Teórico.....	24
4.1 Teorías para estudiar la rotación	24
4.2 Tipos, causas y consecuencias más comunes de rotación.....	28
4.3 Componente estadístico	30
4.4 Modelo De Regresión Logística.	32
4.4.1 Bondad de ajuste.	34
4.4.1.1 Odds ratios..	34
4.4.1.2 Criterio de información.....	34
4.4.1.3 R ² de McFadden.	35
4.4.1.4 Estadístico de Wald.....	36
4.4.1.5 Estimación del modelo.....	37
4.4.2 Supuestos Del Modelo De Regresión Logística.	37
5 Metodología	38
6 Análisis Descriptivo	39

6.1 Género.....	40
6.2 Edad.....	41
6.3 Estado Civil.....	41
6.4 Salario.....	43
6.5 Escolaridad.....	44
6.6 Estado De Estudio.....	44
6.7 Antigüedad.....	45
6.8 Porcentaje De Endeudamiento.....	46
6.9 Número De Hijos.....	47
7 Tratamiento De Los Datos.....	48
7.1 Primera fase.....	48
7.2 Segunda fase.....	48
7.3 Tercera Fase.....	49
7.4 Cuarta Fase.....	52
7.4.1 Antigüedad.....	52
7.4.2 Variable Dependiente (Y).....	53
7.4.3 Edad Ingreso.....	53
7.5 Fase Adicional.....	54
7.5.1 Genero.....	54
7.5.2 Edad Funcionarios.....	55
7.5.3 Salarios.....	56
8 Selección Del Modelo Estadístico.....	56

8.1 Combinaciones en la obtención del modelo	57
8.2 Modelo Logit Seleccionado	59
8.3 Interpretación Coeficientes	60
8.4 Coeficientes del Modelo - odd ratio.....	61
8.5 Aplicación del modelo propuesto para el cálculo de la probabilidad de permanencia por más de cinco años en la Cooperativa.....	63
8.6 Eficacia predictiva y Ajuste del Modelo.....	66
8.7 Bondad del Modelo - R de McFadden.....	66
9 Conclusiones.....	67
Referencias Bibliográficas	69
Apéndices.....	71

Lista de Figuras

Figura 1 Porcentajes Salariales dependiente de años de Servicio.....	15
Figura 2 Sectores Con Mayor IRP En México (2017).....	19
Figura 3 Pirámide de las Necesidades de Maslow	26
Figura 4 Función Logística	33
Figura 5 Distribución Categórica de Género por Estado de Funcionario	40
Figura 6 Estado Civil de la Poblacion.....	41
Figura 7 Estado civil por estado del Funcionario.....	42
Figura 8 Salario Funcionarios.	43
Figura 9 Escolaridad funcionarios.	44
Figura 10 Estado Escolaridad alcanzada funcionarios.....	45
Figura 11 Numero de hijos funcionarios.....	47
Figura 12 Estado Civil Funcionarios Recategorizada.	49
Figura 13 Distribución Cargo Funcionarios.....	50
Figura 14 Profesion Funcionarios Recategorizada.	51
Figura 15 Distribución de la Escolaridad Funcionarios Recategorizada.	52
Figura 16 Distribución Categórica Variable Dependiente.	53
Figura 17 Distribución Genero Funcionarios Cooperativa	55
Figura 18 Predicción de las probabilidades de permanecer más de cinco años.....	65

Lista de Tablas

Tabla 1 Clasificación de las Variables	39
Tabla 2 Resumen de Frecuencias Variable Género	40
Tabla 3 Resumen Estadístico Variable Edad	41
Tabla 4 Descriptivos Variable Salarios	43
Tabla 5 Descriptivos antigüedad funcionarios	45
Tabla 6 Frecuencia por quinquenio Antigüedad vs Estado Funcionario	46
Tabla 7 Descriptivos Porcentaje de Endeudamiento.....	47
Tabla 8 Descriptivos antigüedad funcionarios	52
Tabla 9 Descriptivos Edad ingreso de los Funcionarios	54
Tabla 10 Descriptivos Edad actual de los Funcionarios	55
Tabla 11 Descriptivos Salario Funcionarios	56
Tabla 12 Connotación Variables	57
Tabla 13 Combinaciones de Modelos Realizadas.....	58
Tabla 14 Odds Ratio.....	62
Tabla 15 Concordancia del Modelo	66

Lista de Apéndices

Apéndice A. Código Empleado en RStudio (Resumen)	70
---	----

Resumen

Título: Cálculo de la probabilidad de rotación del personal en la Financiera Comultrasan a partir de la regresión logística¹.

Autor: Dayro Yesid Ortiz Lésmez.²

Palabras Clave: Rotación de personal, Modelo Regresión logit binomial, beneficios extralegales.

Descripción:

El mayor reto que afrontan las entidades actualmente es la rotación de personal, el cual además de generar bajas en la productividad genera también costos económicos de selección, formación y capacitación del personal. Financiera Comultrasan la Cooperativa objeto de estudio no es ajena a esta problemática y para ello posee varios beneficios extralegales que la mitigan, uno de ellos se denomina prima de antigüedad y consta en cancelar un porcentaje adicional del sueldo actual del funcionario por cumplimiento de sus años de servicio (5, 10, 15 y 20 años), para ello se provisiona un pasivo mes a mes desde el ingreso del funcionario a la Cooperativa hasta el momento de su cancelación, la provisión de este pasivo esta sujeta a un cálculo actuarial que utiliza variables como: edad, salario, antigüedad y probabilidad de deserción (carece de metodología clara y solo presenta distinción entre cargos catalogados como administrativos y comerciales), sin embargo no existe certeza alguna de la permanencia del funcionario.

Con la finalidad de generar mayor certeza para el cálculo de este pasivo se requiere ajustar una probabilidad de deserción con mayor exactitud, por tal motivo es necesario la creación de un modelo logit binomial en el cual por medio de la base de datos dada por la Cooperativa, con ayuda de un criterio experto según la literatura consultada y con base a criterio del investigador actuando como funcionario de la Cooperativa se realizaron múltiples combinaciones de covariables y las que más significancia obtuvieron en el modelo óptimo fueron: salario, edad, porcentaje de endeudamiento, sexo y escolaridad. Este modelo se enfoca en predecir la probabilidad de permanencia de cada uno de los funcionarios, de igual forma puede servir como soporte al área de Gestión Humana en los procesos de selección y así minimizar costos y gastos que este proceso acarrea.

¹ Trabajo de Grado

² Facultad De Ciencias. Escuela De Matemáticas. Director: Henry Sebastián Rangel Quiñónez.

Summary

Title: Calculation of the probability of staff turnover in the Comultrasan Finance Company from the logistic regression.³

Author: Dayro Yesid Ortiz Lésmez.⁴

Key Words: Staff turnover, Binomial logit regression model, extralegal benefits.

Description:

The mayor replies that the entities are currently facing is the rotation of personnel, which in addition to generating losses in productivity also generates the economic costs of selection, education and training of personnel. Financiera Comultrasan The Cooperative under study is no stranger to this problem and for this it has several extra-legal benefits that mitigate, one of them is called seniority premium and constant in paying an additional percentage of the official's current salary for fulfilling his years of service (5, 10, 15 and 20 years), for this a liability is provided month by month from the entry of the official to the Cooperative until the moment of its cancellation, the provision of this liability is subject to an actuarial calculation that uses variables such as : age, salary, seniority and probability of desertion (it lacks a clear methodology and only presents a distinction between positions classified as administrative and commercial), however there is no certainty of the official's permanence.

With the proposal of generating greater certainty for the calculation of this liability, it is required to specify a probability of desertion with greater precision, for this reason it is necessary to create a binomial logit model in which, through the database given by the Cooperative , with the help of an expert criterion according to the consulted literature and based on a criterion of the researcher acting as an officer of the Cooperative, specifically multiple combinations of covariates and the ones that obtained the most significance in the optimal model were: salary, age, debt percentage , sex and schooling. This model focuses on predicting the probability of permanence of each of the officials, in the same way it can serve as a support to the Human Management area in the selection processes and therefore the minimum costs and expenses that this process entails.

³ Degree work.

⁴ Science Faculty. School of mathematics. Director: Henry Sebastián Rangel Quiñónez

Introducción

Financiera Comultrasan, empresa objeto de estudio, es una Cooperativa especializada en ahorro y crédito que hace presencia en 6 departamentos: Atlántico, Boyacá, Cesar, Cundinamarca, Norte de Santander y Santander; a través de sus 52 agencias, 1 extensión de caja⁵ y 7 corresponsales. Sus asociados ascienden a más de 418.000 los cuales gozan de servicios financieros clasificados en tres líneas: **para ahorrar** (cuentas de ahorro, planes de ahorro), **para invertir** (Mi gran capital, CDAT) y **para crecer** (créditos empleados y pensionados, crédito independiente, crédito educativo, crédito agropecuario, Mi casa feliz, Cupo rotativo, tarjeta de crédito), así mismo cuenta con 1053 funcionarios comprometidos fielmente y orgullosos de su trabajo que aportan todas sus capacidades y conocimientos con el fin de brindar siempre un excelente servicio

Para esta Cooperativa al igual que todas las empresas, el principal recurso con el que cuentan para alcanzar las metas propuestas son sus funcionarios, también llamado capital humano; no obstante, uno de los grandes problemas en los temas de productividad es la alta rotación del personal causada muchas veces por la inadecuada supervisión, un clima laboral desfavorable, falta de crecimiento profesional, bajos salarios, procesos de selección inadecuados, entre otros. En general, las empresas diseñan e implementan estrategias que estimulan a los empleados incrementando su motivación y desempeño en el trabajo; algunos incentivos comunes a corto plazo son: excedente de incapacidad (La ley vigente reconoce solo el 66.6% del salario del

⁵ Extensión de Caja: permite hacer todas las transacciones que se hacen en una caja de una oficina tradicional. Se hacen retiros, ahorros, desembolsos de créditos, pagos de servicios públicos.

empleado y el beneficio es dar adicional ese 33.3% faltante), bonificación de vacaciones, primas extralegales, retorno de productividad, contribuciones a un fondo de inversión, auxilios educativos, programas de apoyo terapéutico, etc. y a largo plazo es común encontrar: préstamos para compra de vivienda, auxilio económico para seguros exequiales, bonificación por quinquenio, actualizaciones en formación académica (postgrados).

Técnicamente la rotación de personal se puede definir como la relación porcentual entre el número de empleados que ingresan y salen de la organización en un tiempo determinado; para evaluar este fenómeno usualmente se generan índices mensuales o anuales para realizar comparaciones y así poder generar diagnósticos o promover acciones y establecer controles para mantener este índice en un estado aceptable que genere gran estabilidad en la organización y demuestra que existe una fidelidad entre la empresa y los trabajadores y viceversa en pro del cumplimiento de la misión y visión institucional y el desarrollo de su objeto social, de igual forma demostrar al mercado que es un buen lugar para trabajar.

Por esta razón, Financiera Comultrasan, tiene como objeto social la promoción económica a través de la prestación de servicios financieros y desarrollo social de las personas buscando elevar el nivel de vida de sus familias y la comunidad en general apoyando e impulsando actividades que fomentan la educación, el deporte y la cultura, tales como: por medio de su fondo de solidaridad, para el 2019 otorgó becas estudiantiles a niños y jóvenes del Colegio Gimnasio Superior Empresarial, con más de 1043 estudiantes beneficiados; en el ámbito deportivo cuenta con escuelas de formación las cuales participan en torneos locales y nacionales con más de 250 deportistas. Por medio de la Fundación Comultrasan se desarrollan actividades encaminadas a generar y promover

el desarrollo integral, estas están distribuidas en cinco líneas de acción: cultura y arte, educación, medio ambiente, salud y vivienda con más de 150 mil personas beneficiadas.

Haciendo uso de un sentido social, la Cooperativa no es ajena a la problemática de rotación de personal y para ello cuenta con estímulos adicionales de motivación o salario emocional ⁶ que incluye beneficios como: masajes terapéuticos, día del niño y de la familia, auxilios para gimnasio, orientación psicológica, licencia matrimonial, auxilios académicos. Principalmente, en cuanto a beneficios adicionales extralegales uno de los más importantes es reconocer a cada uno de sus empleados una retribución denominada quinquenio o prima de antigüedad, la cuál es otorgada al empleado por los años de servicio a la empresa, así cada vez que acumula: cinco, diez, quince y veinte años recibe un incentivo económico en efectivo el cual es pagado como un porcentaje extra del salario base actual del funcionario en la quincena siguiente de cumplir el tiempo establecido. A continuación, en la Tabla 1 se presenta el porcentaje del salario entregado al empleado por sus años laborados.

Años	Porcentaje
Laborados	del Salario
5	50%
10	100%
15	150%
20	200%

Figura 1. Porcentajes Salariales dependiente de años de Servicio

Nota: Adaptado de la política institucional Financiera Comultrasan

⁶ Salario Emocional: Retribución al empleado de carácter no económico, cuyo fin es satisfacer las necesidades personales, familiares y profesionales, mejorando la calidad de vida del mismo y fomentando la conciliación laboral.

Actualmente, el aprovisionamiento de este pasivo llamado Prima de antigüedad está calculado siguiendo la teoría actuarial que se debe utilizar para este tipo de cálculo utilizando variables como: edad, salario, antigüedad e índice de rotación de personal (IRP). La tabla de desertión o retiro es calculada con un índice de rotación que considera los cargos de la empresa divididos en dos grupos: **administrativos** (menor rotación) y **comerciales** (mayor rotación), este IRP se revisa cada año y para ello se realiza la siguiente fórmula por cada uno de los grupos previamente seleccionados:

$$IRP = \frac{\frac{\text{Ingreso de Personal} + \text{Empleados Retirados}}{2}}{\text{Total de Funcionarios Activos en FC}}$$

La implementación práctica supone considerar un periodo de tiempo donde se determina el número de funcionarios contratados de forma directa por la Cooperativa, los empleados retirados por las diferentes causales de terminación del contrato (retiro voluntario, mutuo acuerdo, fallecimiento, entre otras), adicionalmente se toma el número de empleados activos o que se encuentran laborando en la Cooperativa, todo esto determina el IRP para Financiera Comultrasan. La interpretación de este indicador es sencilla, cero equivale a rotación nula, números pequeños sugieren poca rotación (para que se de este efecto, este IRP debe ser inferior al 14% anual) y números altos mucha rotación; en los últimos años en promedio la Cooperativa ha manejado una rotación moderada ya que el IRP se sitúa en 1.2% mensual.

Sin embargo se ha observado que el margen de error en esta provisión es relevante ya que algunas veces se provisiona mucho o en otras muy poco por cada empleado lo que genera ajustes contables cuantiosos tanto en la reversión del gasto o su incremento; por tal motivo se requiere

revisar la estimación de la probabilidad de permanencia considerando variables sociodemográficas y económicas como: nivel educativo, porcentaje de endeudamiento, número de hijos, sexo, salario, estado civil, edad, entre otras que afectan la permanencia del funcionario en la empresa y así poder aprovisionar de forma más eficiente este pasivo por cada uno de sus funcionarios.

1 Antecedentes

La rotación del personal es causada por condiciones internas y externas que motivan al empleado a retirarse de la empresa (Obando, 2009). Para medir este fenómeno, Castillo Aponte (2006) propone un índice de rotación en un periodo de tiempo determinado, formulado así:

$$IRP = \frac{\left(\frac{A + D}{2} * 100\right)}{\frac{F1 + F2}{2}}$$

A: Número de trabajadores que se vinculan.

D: Número de trabajadores que se desvinculan

F1: Promedio del personal en la organización al comienzo

F2: Promedio del personal en la organización al final

Es conveniente diferenciar entre el número de trabajadores desvinculados por voluntad de la empresa, y aquellos que renuncian a permanecer en la misma Linares (2018) define la rotación del personal cuando un trabajador llega o se va de la empresa por causa de dos tipos distintos de rotación, voluntaria e involuntaria. El IRP mide la relación entre las personas que se incorporan al equipo y los que se marchan, es decir, el porcentaje de altas y bajas en relación al número de empleados en un determinado periodo temporal, para ello utiliza la siguiente fórmula matemática:

$$IRP = \frac{\frac{(No. Bajas + No. Contrataciones)}{2}}{No. Total de Empleados} * 100$$

Por otra parte, a nivel mundial, la alta rotación de personal es considerado como un problema grave para las empresas; en México luchan por afianzar el talento humano dentro de las compañías con el fin de alcanzar cada uno de los objetivos del mercado y mantener así su competitividad. El porcentaje de rotación más alto se situó en el año 2017 con un 10.9% el cual se interpretó que uno de cada diez profesionales cambiaron de empresa. Los sectores que obtuvieron la mayor rotación de talento humano son los relacionados con la tecnología, microempresarios y medios de entretenimiento (LinkedIn, 2018).

SECTORES CON LAS TASAS DE VOLUMEN MÁS ALTAS		
1	Tecnología (software)	13,20%
2	Venta minorista y productos de consumo	13,00%
3	Medios y entretenimiento	11,40%
4	Servicios profesionales	11,40%
5	Gobierno / Edu / Sin fines de lucro	11,20%
6	Servicios financieros y seguros	10,80%
7	Telecomunicaciones	10,80%
8	Petróleo y energía	9,70%
9	Aero/Auto/Transporte	9,60%
10	Asistencia sanitaria y farmacéutica	9,40%

Figura 1. Sectores Con Mayor IRP En México (2017)

Nota: Adaptado de <https://www.equiposytalento.com/noticias/2018/03/19/linkedin-revela-los-sectores-con-los-niveles-mas-altos-de-rotacion>

De la anterior clasificación se puede evidenciar en primer lugar una alta rotación en el sector tecnológico con un 13%, también el sector financiero en la ciudad de México se encuentra en la posición número 6 con un 10.8% de rotación en los empleados; profundizando en este estudio se encuentra que las causas más frecuentes a este problemática son: la falta de oportunidades para avanzar profesionalmente, estar descontentos con el liderazgo o con el ambiente de trabajo y tener un deseo de trabajo más desafiante, sin dejar a un lado la insatisfacción salarial por parte de los empleados.

Por otra parte, Jiménez (2011) propone: “Una fórmula para el IRP en la cual tiene en cuenta la admisión de personal (A), la desvinculación del mismo tanto por iniciativa de la empresa como por iniciativa del empleado (D) y el número de empleados existentes en la empresa (EM)”.

$$IRP = \frac{(A - D)}{EM} * 100$$

Así también, García (2007) efectuó un estudio titulado “Aplicación de la estadística para la toma de decisiones relativas al problema de la rotación de personal en una empresa de distribución en Chile” cuyo objetivo fue la aplicación estadística para la toma de decisiones relativas a la rotación y presentó resultados acerca **de las causas que motivan al empleado a la rotación en el caso de tiendas de una empresa de electrodomésticos**. Los sujetos del estudio fueron 20 tiendas ubicadas en Chile, se utilizó como instrumento la fórmula de índice de rotación la cual tiene en cuenta el número de personas contratadas y desvinculadas durante un periodo de tiempo determinado, dividido en el promedio efectivo del personal (se multiplica por cien para expresarlo en porcentaje) , a través del uso de herramientas estadísticas se analizaron los datos y se concluye

que los ejecutivos de la empresa no le dan la importancia necesaria a la rotación de personal y desconocen las consecuencias negativas que afectan la productividad de la misma, para ellos se recomendó a la empresa la utilización de la estadística para determinar las causas de la rotación de personal, realizar controles y así mismo mitigarla.

A nivel nacional, el departamento de estabilidad financiera del Banco de la República de Colombia, junto con Asomicrofinanzas se enfoca en la percepción que tienen las entidades que realizan actividades de intermediación de microcrédito, incluyendo las que no son supervisadas por la Superintendencia Financiera de Colombia y en cómo influye el capital humano como una de las variables significativas dentro de las organizaciones, especialmente las del sector de servicios ya que la relación con los clientes es el eje central de las operaciones. Este estudio dio a conocer que uno de los mayores retos de la industria microfinanciera es disminuir la rotación de la fuerza comercial dentro de las instituciones ya que para el cuarto trimestre del 2015 oscilaba en promedio entre un 16.1% y 19% (Gómez, Pacheco, & Segovia, 2015).

2 Justificación

En Colombia, uno de los factores que genera inestabilidad laboral es la rotación del personal, fenómeno que se incrementa con frecuencia y genera no solo la pérdida de recursos económicos, físicos y la fuga de talento sino que representa que los empleados que abandonan una empresa se lleven consigo el crecimiento, habilidades y competencias adquiridas en la organización afectando de forma significativa los rendimientos de una empresa. Las causas más frecuentes asociadas a la

rotación de personal se relacionan con el cargo que ocupa el empleado, la remuneración, la imposibilidad de desarrollo o crecimiento, la falta de comunicación y la desmotivación, entre otras (Reyes, 2007).

En los últimos tiempos ha resultado de gran importancia e interés el tema de la satisfacción laboral al interior de la Cooperativa Financiera Comultrasan, esto porque se ha tomado conciencia de las necesidades psicológicas, físicas y emocionales de los empleados, no solo en su ámbito personal sino en su ámbito laboral, que es una fuente de crecimiento y desarrollo tanto humano como profesional.

Pues Financiera Comultrasan no es ajena a la problemática de rotación de personal, la presente investigación se basa en proponer un índice de rotación para los funcionarios de la misma, a partir de un modelo logístico de respuesta categórica, teniendo en cuenta variables socioeconómicas que influyen directa o indirectamente en este IRP. También, busca proporcionar información que será útil para la Cooperativa con la finalidad de mejorar el conocimiento sobre el alcance del problema y así mitigar el margen de error en la provisión de la prima de antigüedad.

3 Objetivos

3.1 Objetivo principal

Proponer una probabilidad de rotación para los funcionarios de Financiera Comultrasan a partir de un modelo de respuesta categórica logístico, teniendo en cuenta variables socioeconómicas.

3.2 Objetivos específicos

Identificar las variables que tienen mayor impacto en la probabilidad de rotación en el contexto de la financiera.

Ajustar un modelo de regresión con respuesta categórica para el cálculo de la probabilidad de rotación para los funcionarios de financiera Comultrasan basados en datos a corte de enero de 2015.

4 Marco Teórico

4.1 Teorías para estudiar la rotación

La rotación de personal por sí misma es un problema grave porque genera elevados costos de reclutamiento, selección, capacitación, desperdicios, retrabajos, toma de decisiones inadecuadas y replaneación de actividades, convirtiéndose así en uno de los factores más interesantes en el área de talento humano. En la teoría bifactorial de la motivación e higiene se da a conocer el comportamiento de las personas en el trabajo mediante dos factores (Herzberg, 1968).

- **Factores higiénicos:** Es el ambiente que rodea a las personas (condiciones laborales: iluminación y temperatura adecuados, entorno físico seguro), factores económicos (sueldos, salarios, prestaciones), los beneficios sociales, tipo de dirección o supervisión que las personas reciben de sus superiores, las condiciones físicas y ambientales de trabajo, las políticas físicas de la empresa, reglamentos internos, etc., Según la investigación de Herzberg cuando los factores higiénicos son óptimos evitan la insatisfacción de los empleados, y cuando son pésimos provocan insatisfacción.
- **Factores motivacionales:** Estos factores están bajo el control del individuo ya que se relacionan con lo que él hace y desempeña, involucran sentimientos relacionados con el crecimiento individual, el reconocimiento profesional y las necesidades de autorrealización que desempeña en su trabajo.

Esta teoría bifactorial la podemos asemejar a la teoría de la jerarquía de necesidades (Maslow, 1993); los factores higiénicos se refieren a las necesidades primarias: necesidades fisiológicas y necesidades de seguridad, aunque incluye algún tipo social, mientras que los factores motivacionales se refieren a necesidades secundarias de estima y autorrealización. Esta teoría comprende cinco aspectos y se puede aplicar fácilmente al entorno del trabajo:

- **Fisiológicas:** cuando una persona quiere trabajar, se preocupará por recibir un salario y necesitará de su empresa una fuente de ingresos, ésta debe proporcionar unas condiciones y un lugar adecuado para desempeño de sus labores, como una oficina, instalaciones para comer y/o descansar.
- **De seguridad:** el trabajador se ocupará de contar con ciertos recursos fijos y de un ambiente laboral seguro y estable con garantías en prevención de riesgos y seguridad laboral.
- **Sociales:** las relaciones interpersonales en el trabajo son necesarias y afectivas. Si la empresa potencia la cooperación entre trabajadores, aumentará el rendimiento y generará un buen clima laboral. La comunicación a la hora de gestionar los planes de la empresa es importante, así los empleados deben sentirse tenidos en cuenta para fomentar un sentido de pertenencia.
- **De estima:** el empleado buscará ser exitoso en su trabajo, es decir: luchará por el reconocimiento de su labor. Si la empresa y sus compañeros reconocen el mérito de su trabajo, el trabajador aumentará su confianza y productividad.

- **Autorrealización:** la persona querrá prosperar a nivel personal, y para ello debe ser un experto en lo que hace. Puede que necesite un trabajo difícil o un entorno menos supervisado en el que pueda desarrollar su creatividad y solucionar los problemas a su manera.



Figura 2. *Pirámide de las Necesidades de Maslow*

Nota: Adaptado de <http://www.ceolevel.com/la-controvertida-piramide-de-maslow>

La influencia de las relaciones interpersonales en la permanencia de los empleados juega un papel fundamental en las empresas. Kinicki (2003) define: “Como relaciones humanas a los contactos conscientes establecidos entre individuos y grupos, entre empleados y sus colegas, entre subordinados y sus jefes, entre los elementos de una sección y aquellos de otra”. Con ésta teoría surge una nueva concepción sobre la naturaleza del hombre denominada el hombre social:

- Los trabajadores son criaturas sociales complejas, con sentimientos, deseos y temores. El comportamiento en el trabajo es una consecuencia de muchos factores motivacionales.
- Las personas son motivadas por ciertas necesidades y alcanzan sus satisfacciones primarias a través de los grupos con los cuales interactúan. Dificultades en participar y en relacionarse con el grupo ocasionan elevación de la rotación de personal, baja de la moral, fatiga más rápida, reducción de los niveles de desempeño, etc.
- El comportamiento de los grupos puede manejarse a través de un adecuado estilo de supervisión y liderazgo.
- Las normas de grupo funcionan como mecanismos reguladores del comportamiento de los miembros.

Las relaciones interpersonales en el trabajo son parte esencial en la vida social de los empleados y repercute directamente en el desarrollo del ser humano, por tal motivo es importante analizar como inciden en el clima laboral de la organización, mitigarlas y así contribuir en el desempeño

de los empleados, lo mismo que el clima organizacional, ya que el ambiente se torna adverso y afecta el cumplimiento de las metas y objetivos de la organización.

4.2 Tipos, causas y consecuencias más comunes de rotación

La rotación de personal es el grado de movilidad interna de los empleados evitable o inevitable y saludable o no saludable para una organización. Para ellos cada tipo de rotación tiene sus propias causas, por ejemplo la **rotación inevitable** son: enfermedades crónicas, la muerte, jubilación y lesiones parciales o permanentes; las causas por **rotación evitables** son: insatisfacción, bajos sueldos, mala integración del trabajador en la empresa, mala selección del personal, falta de movilidad interna (programa de ascensos y traslados). Las causas de **rotación saludable** son: ascensos, promociones y traslados que permiten atraer gente nueva que enriquezca con su experiencia, conocimientos, idiosincrasia, iniciativa y potencial a la organización (Pigors & Myers, 1985).

Para lograr y mejorar el nivel de motivación del personal, debe generarse una coincidencia entre el logro de las expectativas que ellos se han cifrado y los resultados que obtienen con su trabajo en la empresa (Chiavenato, Administración de Recursos Humanos, 2000). También afirma que la rotación de personal es un efecto de las consecuencias internas (tipos de supervisión, oportunidades de crecimiento profesional, relaciones interpersonales, cultura organizacional, políticas salariales, entre otras) o externas (oportunidades de ofertas laborales, aspectos económicos, entre otros) de la institución que tienen repercusiones en el comportamiento y actitudes de las personas (Chiavenato, 2007).

Para los empleados de una organización contar con un contrato a término indefinido, le proporciona una estabilidad laboral que muchos aprecian en cuanto a las proyecciones futuras que le permiten cumplir, tanto en su crecimiento personal como laboral ya mencionado antes por Chiavenato citando a Herzberg (2002), que reconoce la importancia en como la organización influye directamente en el proyecto de vida de sus empleados y enfocándolos de este modo a la rotación en cuanto a un aumento salarial, ascensos, promociones internas o traslados de cargo. Es por eso que los incentivos o las acciones que realizan las organizaciones pueden atraer, retener, motivar y dar satisfacción a su personal, como así mejorar los resultados de este.

Existen factores de riesgo que influyen directa o indirectamente en la rotación de personal como lo son: la mala utilización de las habilidades de los empleados, la sobrecarga laboral, la falta de control, el conflicto de autoridad, la desigualdad en el salario, los problemas en las relaciones laborales, el trabajo por turnos, la subvaloración o sobre calificación del empleado, como así también el peligro físico o carga física (Comité Mixto OIT/OMS, 1984).

Entre las causas más comunes de la rotación de personal en las organizaciones tenemos: mala supervisión en el trabajo, mal clima laboral, los empleados sienten que el propósito de la empresa no encaja con sus expectativas o proyecto de vida, la falta de crecimiento personal y profesional, salario poco justo ya que en cualquier momento al empleado se le puede presentar otra oportunidad donde el salario sea superior y no encuentre otros aspectos por los cuales quedarse en la entidad; en gran parte, estas causas pueden mitigarse a través de los procesos de selección y por eso es importante que esté organizado y enfocado a la elección del candidato ideal (Almeda, 2017)

La rotación de personal puede traer consigo **cambios en la productividad de la organización**, ya que el hecho de que una persona deje la compañía conlleva abrir un proceso de selección que puede demorar días, semanas o meses; además tendrá que adquirir práctica y aprender la dinámica, por ende disminuye la productividad de la organización, de igual forma los **cambios en el equipo de trabajo** impactan el ritmo y el ambiente laboral. Los altos índices de rotación en una organización afectan **la imagen y la marca empleadora** ya que el talento humano interesado en trabajar en la compañía al ver estas cifras se llevará una mala impresión de la misma. Todas estas consecuencias traen consigo **costos para la entidad** en los procesos de selección, formación, capacitación con otro empleado.

4.3 Componente estadístico

La estadística es una disciplina la cual nos facilita una serie de métodos que se utilizan para recolectar, resumir, clasificar, analizar e interpretar el comportamiento de los datos con relación a una característica o cuerpo de estudio de una investigación. Esta ciencia se ha convertido hoy en día en uno de los métodos más efectivos para descubrir el valor de los datos económicos, políticos, sociales, psicológicos, etc. y para ello se cuenta con diferentes ramas como son los diseños experimentales y los métodos multivariados, muestreo, modelamiento, etc.

Para nuestra investigación se va a dar un enfoque a través del análisis de regresión, uno de los pilares de la estadística que sirve para estimar la relación entre variables, una dependiente y una o más variables independientes (predictoras); sus transformaciones “Logit”, permiten estimar o predecir el comportamiento de una o más variables a partir de otras.

Gujarati (1995) señala que el modelo logit permite obtener estimaciones de la probabilidad de un suceso e identificar los factores de riesgo que determinan dichas probabilidades; este modelo es muy común en análisis de fenómenos de crecimiento como población, oferta monetaria, etc. Existen distintos tipos de modelos Logit en función de las características que presenten las alternativas que definen a la variable endógena, esta permite medir el número de grupos existentes en el análisis, los modelos Logit se pueden clasificar así (Llano Diaz & Mosquera Caicedo, 2006):

- **Logit dicotómico:** se usa cuando el número de alternativas son dos y excluyentes entre sí.
- **Logit de respuesta múltiple:** Se usa cuando el número de alternativas a modelizar es superior a dos.
- **Logit con datos no ordenados:** Se usa cuando las alternativas que presenta la variable endógena no indican ningún orden.
- **Logit multinominal:** Se usa para predecir las probabilidades de los diferentes resultados posibles de una distribución categórica como variable dependiente, dado un conjunto de variables independientes que pueden ser de valor real, valor binario, categórico-valorado, etc.
- **Logit condicional:** Las variables explicativas que se utilizan para estimar las probabilidades asociadas a cada una de las posibles alternativas que presenta la variable endógena se refieren a atributos de las distintas alternativas y no a características específicas de los individuos. El valor de cada variable varía para cada alternativa y puede hacerlo o no para cada individuo.
- **Logit con datos ordenados:** Se usa cuando las alternativas de la variable endógena representan un orden entre ellas.

4.4 Modelo De Regresión Logística.

La regresión logística es un técnica estadística multivariante que permite estimar la relación existente entre una variable dependiente, en particular dicotómica y un conjunto de variables independientes métricas o no; cuyo objetivo es modelar como influyen las variables regresoras en la probabilidad de ocurrencia de un suceso particular (notación $P(Y_i)$). Para dicha i-ésima persona, Y será 0 cuando la respuesta no ocurre y 1 cuando si, y el valor predicho, $P(Y)$, tendrá un valor 0 cuando no existe probabilidad de que ocurra el resultado o 1 cuando es seguro de que ocurra el evento.

$$Y_i = \begin{cases} 0 & P_i(0) = 1 - p_i \\ 1 & P_i(1) = p_i \end{cases}$$

Donde la probabilidad de pertenecer a la categoría uno para cada evento es p_i .

Los logits de las probabilidades binomiales desconocidas (i.e., los logaritmos de la razón de momios) son modeladas como una función lineal de los X_i .

$$\text{Logit}(p_i) = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1,i} + \dots + \beta_K X_{K,i} + U.$$

Ecuación 1

Donde, P es la probabilidad de Éxito

1- p es la probabilidad de fracaso

i son los individuos que van cambiando

β_0 es la intersección o termino constante

β_k es la magnitud del efecto que pueden adoptar las X_i

X_i el valor de un individuo en una variable

U es el error estadístico

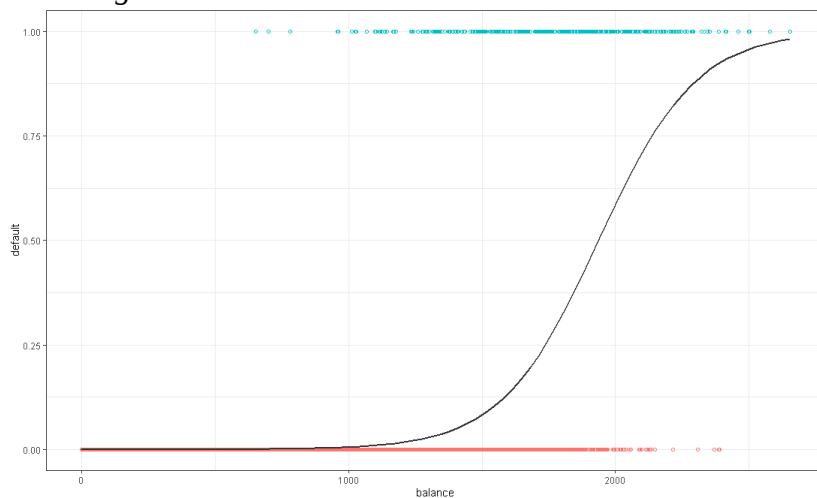
La modelización logit (Ecuación 1) es similar a la regresión tradicional salvo que utiliza como función de estimación la función logística en vez de la lineal. Con esta modelización el resultado del modelo es la estimación de la probabilidad de retiro de personal como lo es el caso estudio. Por otro lado, al tratarse de un análisis de regresión, también permite identificar las variables más importantes que explican las diferentes causales que afectan el IRP en una empresa.

La función logística o sigmoidea se encarga de relacionar la variable dependiente con las independientes, esta función es una curva en forma de S que puede tomar cualquier valor entre 0 y 1, su ecuación es:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Donde x es un número real, cuando este tiende a menos infinito el cociente tiende a cero y viceversa, cuando x tiende a infinito el cociente tiende a la unidad. La siguiente es la representación de la función a través de una ilustración gráfica:

Figura 3
Función Logística



4.4.1 Bondad de ajuste.

4.4.1.1 Odds ratios. Es una medida de asociación entre dos variables para interpretación del modelo, estos sirven para clarificar la existencia de interacción y confusión entre covariables respecto a la variable dependiente; también se define como la probabilidad de que suceda un evento dividido por la probabilidad de que no suceda, $Odds = \frac{p}{1-p}$ y para su interpretación se calcula el exponencial de beta (e^{β}), odds de 1 significan chances iguales, menores a 1 son negativos y mayores a 1 son positivos, para todo ello se realizan dos procedimientos para su interpretación dependiendo de su resultado.

$$odds < 1 = ((\frac{1}{Exp \beta_i}) - 1) * 100)$$

Si, su resultado es menor a 1, se divide 1 entre el exponencial del coeficiente, a su resultado se le resta 1 y se multiplica por 100 para su interpretación porcentual.

$$odds > 1 = ((Exp \beta_i - 1) * 100)$$

Si, su resultado es mayor a 1, se le resta 1 al exponencial del coeficiente y se multiplica por 100 para su interpretación porcentual.

4.4.1.2 Criterio de información. Uno de los criterios utilizados en la información estadística para la interpretación del modelo, es el criterio de información de Akaike (AIC), este se basa en la distancia Kull-back-Leibler que mide la aproximación del modelo calculado con los datos reales, seleccionando así el mejor modelo candidato, este enfoque jerarquiza los modelos basados en el valor AIC, comparando este valor entre los modelos candidatos; aquel que resulta con el valor más bajo se considera el mejor modelo.

La finalidad y uso de este criterio es el de proporcionar una medida del ajuste de un modelo que penaliza la cantidad de parámetros de cada uno de los modelos basándose en el principio de parsimonia, es decir, existe un criterio basado en la bondad de ajuste del modelo a los datos, definido a través de la función objetiva de máxima verosimilitud, al mismo tiempo existe una penalización asociada a la cantidad total de parámetros del modelo.

El AIC equilibra adecuadamente estos dos componentes y su resultado final es un **criterio cuantitativo**. Este estimador muestral viene dado por la expresión general $AIC(k) = -2 \ln \mathcal{L}[\hat{\theta}(k)] + 2k$, en donde $\mathcal{L}[\hat{\theta}(k)]$ es la función de verosimilitud de las observaciones, $\hat{\theta}(k)$ es la estimación máximo verosímil del vector de parámetros θ y k es el número de parámetros independientes estimados dentro del modelo, mientras “ln” denota al logaritmo neperiano.

4.4.1.3 R² de McFadden. Para medir la bondad del ajuste es usado el método de máxima verosimilitud, es decir que las estimaciones del modelo de regresión logística son los valores que maximizan la probabilidad de los datos que se han observado, se define de la siguiente forma:

$$R^2_{McFadden} = 1 - \frac{\text{Log}(L_c)}{\text{Log}(L_{null})}$$

Siendo L , el valor de likelihood de cada modelo; L_c denota el valor de probabilidad (maximizado) del modelo ajustado actual, y L_{null} denota el valor correspondiente para el modelo nulo, que en este caso es el que incluye la intersección y sin covariables.

El coeficiente de McFadden toma valores entre 0 y 1, y comprueba el grado de determinación de las variables explicativas hacia la probabilidad condicional y en teoría para determinar un buen ajuste del modelo este R^2 suele oscilar entre 0.2 y 0.4. Este ajuste de bondad permite comprar modelos distintos para el mismo conjunto de datos, esto ayuda a introducir o eliminar variables en función de su capacidad de ajuste. En los modelos de probabilidad, donde los valores que toma la variable dependiente indican simplemente la ocurrencia o no de un determinado suceso, las medidas relativas a la capacidad predictiva del modelo se entienden en términos del ajuste entre las probabilidades del modelo y las frecuencias observadas.

4.4.1.4 Estadístico de Wald⁷. Este estadístico además de medir el ajuste de los datos, también mide la contribución individual de cada una de las variables predictoras. Este estadístico se interpreta como una distribución chi-cuadrada y permite establecer qué variables son importantes para explicar la probabilidad del suceso, maneja contraste de hipótesis⁸ de que $H_0: \beta_j = 0$; $H_1: \beta_j \neq 0$. Definición del estadístico Wald:

$$Wald = \frac{(b_j - \beta_0)^2}{Var(b_j)}$$

Donde,

b_j : Estimaciones de los parámetros

β_0 : Valores de los parámetros propuestos

$Var(b_j)$: es el error típico

⁷ En R Studio, este método es utilizado para calcular los *p-values* que se muestran al hacer *Summary ()* del modelo

⁸ En nuestro caso estudio, si la significancia estadística o *p* – valor es inferior a 0.05, se rechaza la Hipótesis Nula a un nivel alfa del 5%. Caso contrario, se acepta.

4.4.1.5 Estimación del modelo. La estimación de los parámetros β_k , en general el software estadístico estima aplicando directamente el método de máxima verosimilitud, el cual radica en la probabilidad de haber observado precisamente los datos que se han obtenido mediante la siguiente ecuación:

$$p = \frac{1}{1 + \exp[-(b_0 + b_1x_1 + \dots + b_kx_k)]}$$

Donde p es la probabilidad de que ocurra el evento de interés y X_i son los posibles factores de riesgo que se están relacionados con la probabilidad de que el suceso no ocurra.

La función de verosimilitud nos permite comparar modelos, usar estos valores observados y predichos para evaluar el ajuste del modelo. La medida usada es el logaritmo de la razón de verosimilitud que se basa en la suma de las probabilidades asociadas con los resultados estimados y los valores reales.

$$\log - likelihood = \sum_{i=1}^N [Y_i \log P(Y_i) + (1 - Y_i) \log(1 - P(Y_i))]$$

Donde N es el número de observaciones, $P(Y)$ es la probabilidad de que ocurra el evento de interés (Y) para una persona (i).

4.4.2 Supuestos Del Modelo De Regresión Logística. La regresión logística no asume los supuestos de la regresión lineal, particularmente el de normalidad, linealidad y homoscedasticidad puede manejar cualquier tipo de relación no lineal, ya que aplica una transformación logarítmica no lineal.

- Heterocedasticidad: Se asume que las propiedades distribucionales de la variable dependiente restringen la varianza a ser una función fija de la media.
- Multicolinealidad: se pide poca o nula, los errores deben ser independientes, por lo tanto las observaciones deben ser independientes entre ellas.
- Linealidad: No se requiere entre su variable dependiente y sus variables explicativas, se requiere entre la variable dependientes y los log odds.
- Independencia: Las observaciones tienen que ser independientes unas de otras.
- Normalidad: la regresión logística no precisa de una distribución normal de la variable continua independiente.

5 Metodología

El proyecto se desarrollará a partir de fuentes primarias de información histórica de Financiera Comultrasan. Los datos fueron aportados por el área de Gestión Humana y de esta manera se identificaron las variables disponibles para estimar la probabilidad de rotación de los funcionarios de la entidad. El enfoque implementado es de tipo cuantitativo correlacional, se pretende modelar la relación existente entre la permanencia por más de cinco años en la empresa a partir de covariables como la edad, sexo, número de hijos, porcentaje de endeudamiento, salario, escolaridad, estado civil, entre otras a través de un modelo logit. El software estadístico utilizado fue RStudio y SPSS.

6 Análisis Descriptivo

La población con la que se realizó este estudio estuvo constituida con los 2.426 funcionarios que están o han laborado en Financiera Comultrasan a través de sus 52 agencias, 1 extensión de caja y 7 corresponsales, bajo la modalidad de contrato directo a corte de diciembre de 2019. A continuación se muestra la descripción de variables con las que se inició el análisis:

Tabla 1
Clasificación de las Variables

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
Estado Funcionario	Estado en que se encuentra el funcionario Activo o inactivo	Nominal
Fecha De Ingreso	Fecha de ingreso a laborar con la Cooperativa, de ella se deriva la antigüedad en la empresa.	Tipo fecha
Género	Sexo de los Funcionarios. M = Masculino y F = Femenino.	Nominal
Edad	Edad del Funcionario dada en años	De Razón
Estado Civil	Definidos en Casado, Separado, Soltero, Unión Libre y Viudo	Nominal
Municipio	Nombre del municipio donde reside el funcionario.	Nominal
Salario	Es el ingreso que actualmente recibe el funcionario o el último que recibió.	Intervalos
Dependencia	Área o departamento donde labora el funcionario	Nominal
Nombre Del Cargo	Cargo que ocupa el funcionario actualmente en la empresa o el último que ocupó.	Nominal
Escolaridad	Grado alcanzado por el funcionario: Bachiller, Técnico, Tecnólogo, Profesional, Especialista, Maestría, Nulo.	Ordinal
Profesión	Ocupación o título que ha adquirido el Funcionario a través de sus estudios realizados.	Nominal
Estado Estudio	Si es titulado, estudiante, aplazado, nulo e incompleto.	Nominal
% Endeudamiento	Nivel de endeudamiento de los Funcionarios dado en porcentaje	Ordinal
Fecha Retiro	Fecha en que finalizó su contrato laboral.	Escala tipo fecha
No. HIJOS	Cantidad de hijos que tiene cada funcionario	Discreta

A continuación, se procede a estudiar más estas variables mediante un análisis descriptivo de algunas de ellas.

6.1 Género

De acuerdo con la información proporcionada, se puede observar la proporción perteneciente al género femenino es mayor con una participación del 59.6% frente a un 40.4% del masculino.

Tabla 2
Resumen de Frecuencias Variable Género

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje
	F	1447	59,6	59,6
Válido	M	979	40,4	40,4
	Total	2426	100	100

De igual forma al realizar clasificación de los funcionarios por género vs activos e inactivos, se puede evidenciar también en ambos casos que el género femenino tiene mayor proporción frente al masculino con una participación aproximada al 59%.

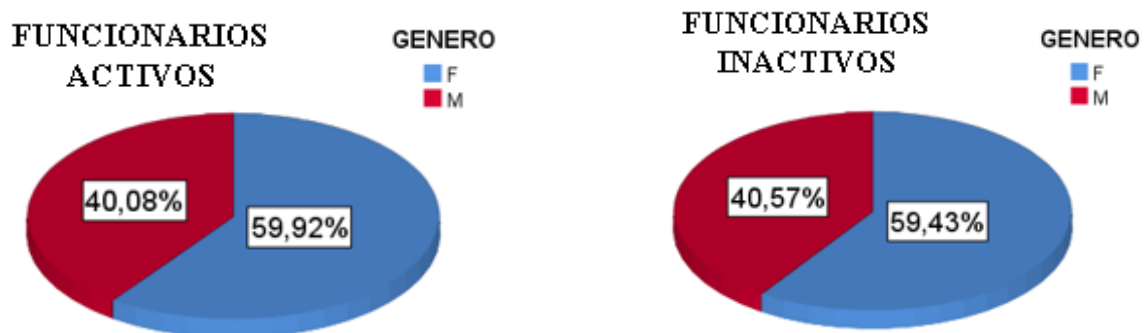


Figura 4. Distribución Categórica de Género por Estado de Funcionario

6.2 Edad

Se visualiza que la edad de los funcionarios o ex funcionarios de la Cooperativa de ahorro y crédito oscila entre los 18 y 67 años de edad, con un promedio aproximado de 33 años y una desviación de 8.2 años entre sí. También se puede evidenciar que los datos son ligeramente asimétricos positivos por lo que los valores se tienden a concentrar en las edades más bajas, la mayor parte de los funcionarios tienen menos de 33 años.

Tabla 3

Resumen Estadístico Variable Edad

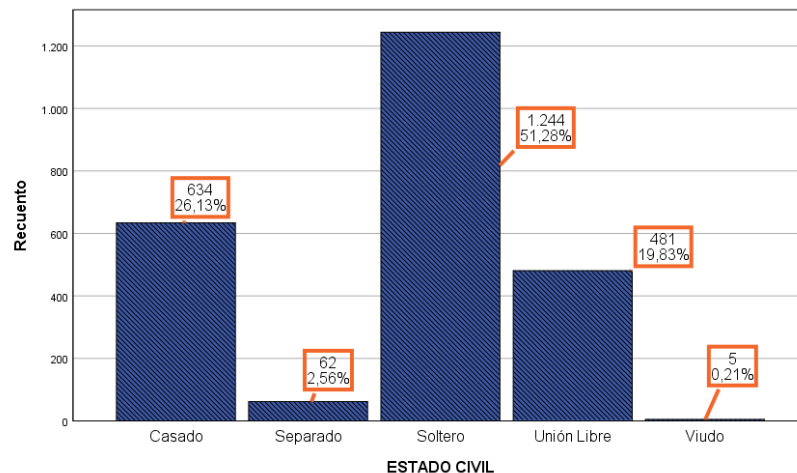
N	Mínimo	Máximo	Media	Desv.	Asimetría	Curtosis
2426	18	67	33,42	8,169	0,886	0,984

6.3 Estado Civil

De los 2426 datos de funcionarios tanto activos como inactivos de la Cooperativa de ahorro y crédito se puede notar que el 51.28% son solteros, de los cuales el 34.7% son funcionarios que se encuentran laborando a corte de diciembre de 2019, el 26.13% son casados de los cuales el 55.5% son funcionarios activos, el otro 22.62% de la población está representado por un estado civil en unión libre, separado y viudo.

Figura 5

Estado Civil de la Poblacion



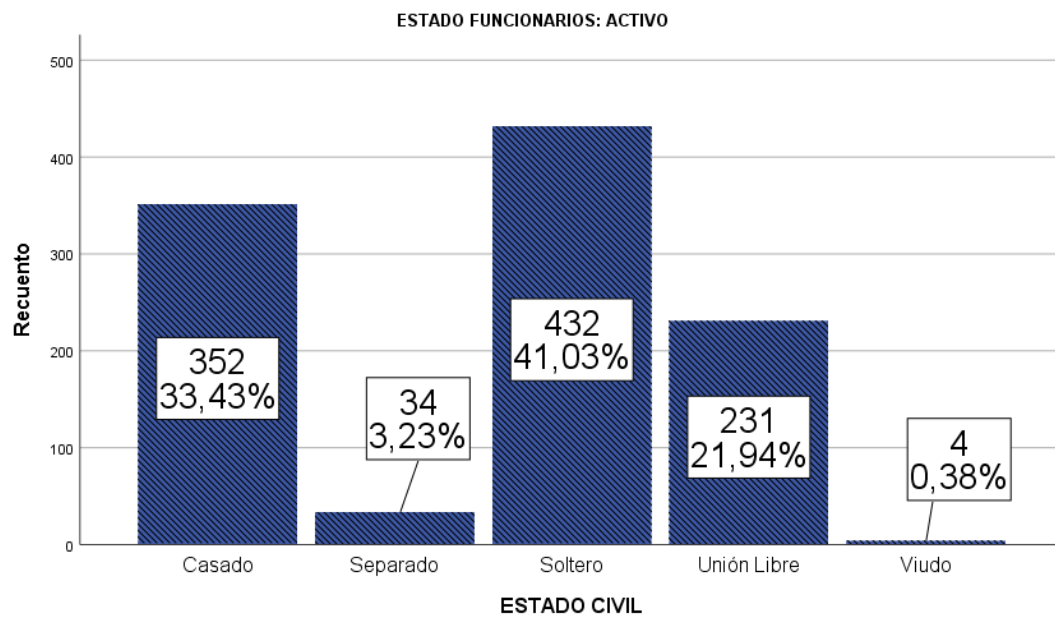
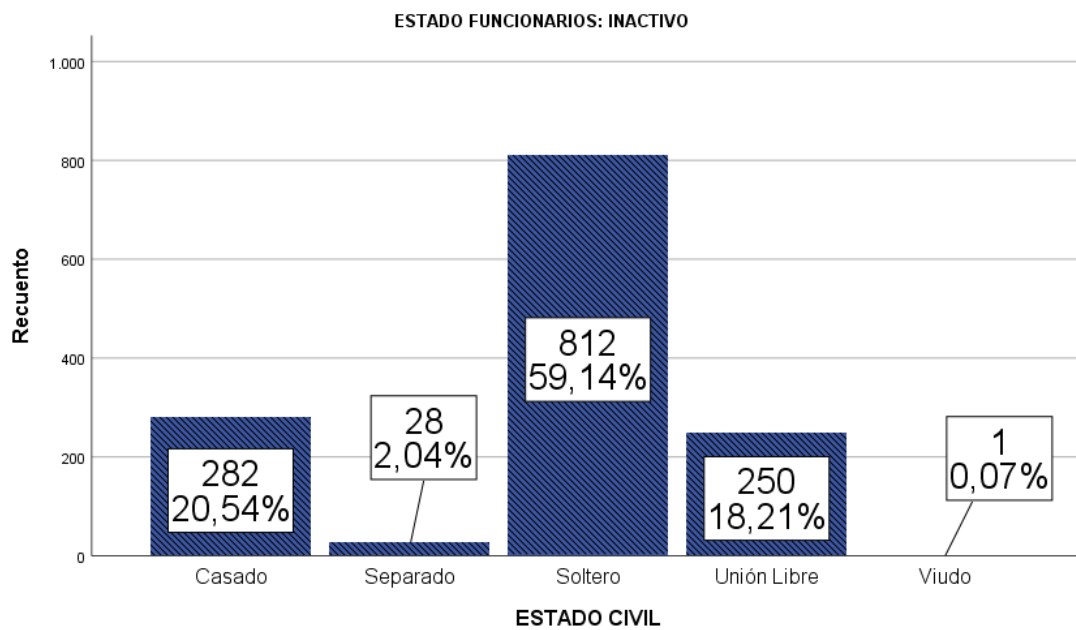


Figura 6
Estado civil por estado del Funcionario



6.4 Salario

Se evidencia que los salarios de los funcionarios con estado activo en la Cooperativa de Ahorro y Crédito oscilan entre los \$ 982.000 pesos y los \$ 6.664.610 pesos. El salario promedio es de \$2.158.483 y desviación de \$886.026, presentando así una asimetría positiva por lo que los valores se tienden a reunir más en la parte izquierda que en la derecha de la media. En la gráfica 5, nos da a conocer que el 50% de los salarios se concentran en valores inferiores al 1.880.870, de igual forma también se visualizan valores atípicos que hacen que los datos en la parte derecha sean más dispersos y se genere asimetría sesgada a los sueldos más altos.

Tabla 4
Descriptivos Variable Salario

	N	Mín.	Máximo	Media	Desv.	Asimetría
ACTIVO	1053	982000	6664610	2158483,47	886025,06	1,766
INACTIVO	1373	351450	16098000	1249916,43	850023,45	9,225

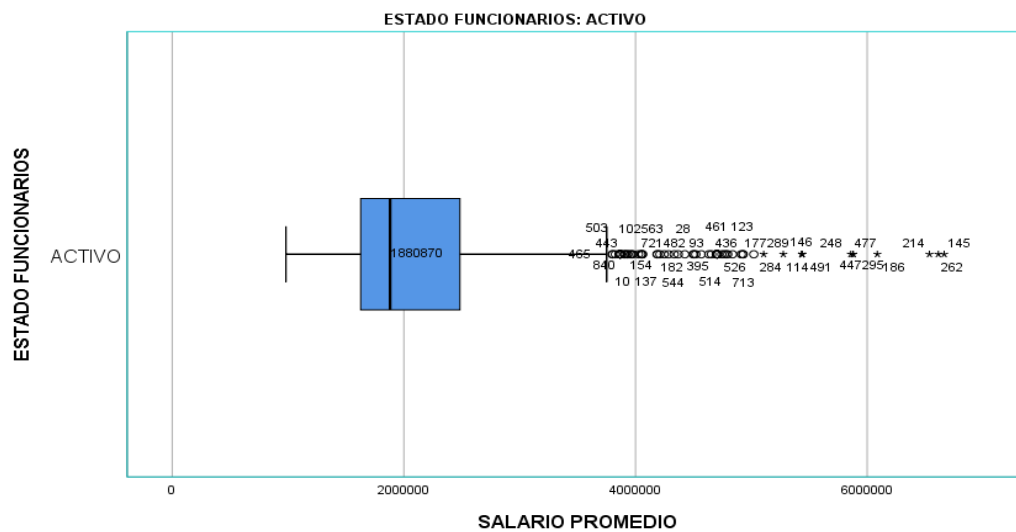


Figura 7. Salario Funcionarios.

6.5 Escolaridad

En la gráfica a continuación nos indica que la mayoría de las personas que han trabajado en la Cooperativa o se encuentran laborando actualmente en ella tienen títulos en educación superior en un 82.48% distribuidos entre programas como: técnicos (14.26%), Tecnológicos (22.84%), profesionales (38.33%), especialistas (6.14%) y maestrías (0.91%). Esto ratifica que la Cooperativa se preocupa por generar incentivos y permisos propicios para que sus funcionarios puedan acceder a la educación superior.

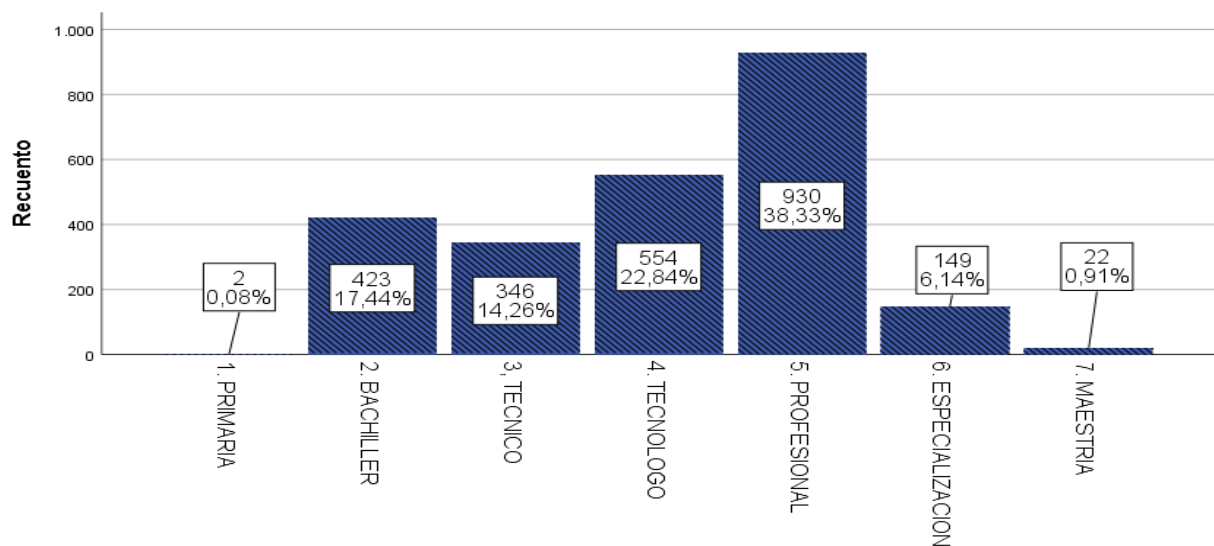


Figura 8 Escolaridad funcionarios

6.6 Estado De Estudio

En la gráfica a continuación nos indica que 765 funcionarios de la Cooperativa finalizaron su escolaridad con éxito, 264 se encuentran actualmente estudiando para alcanzar este logro; sin embargo esta variable no es tomada en cuenta para el ajuste del modelo ya que más del 50% de sus datos se encuentran faltantes o nulos.

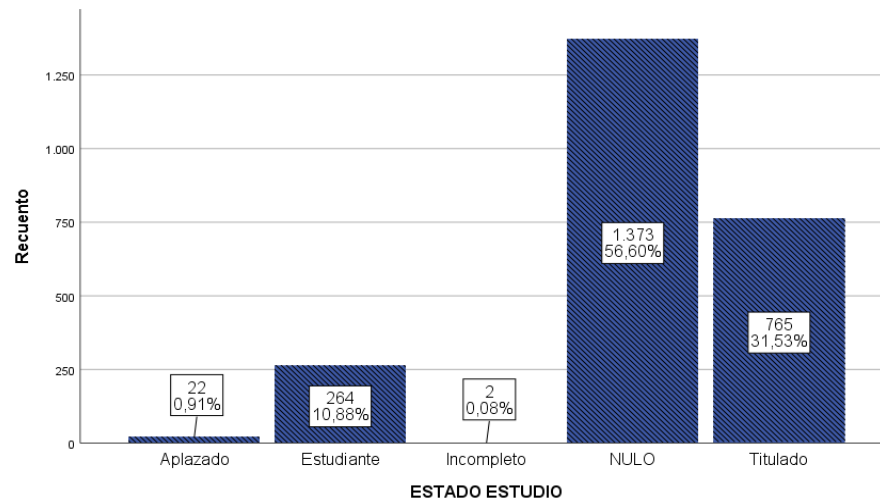


Figura 9. *Estado Escolaridad alcanzada funcionarios*

6.7 Antigüedad

Esta variable es calculada con base en la fecha de ingreso, fecha de retiro y la fecha de corte de la base de datos. Para su creación se tienen en cuenta dos cálculos uno para funcionarios activos y otro para los inactivos:

$$\text{Antigüedad Func Activos} = \frac{\text{Fecha corte} - \text{Fecha Ingreso}}{360 \text{ días}}$$

$$\text{Antigüedad Func Inactivos} = \frac{\text{Fecha Retiro} - \text{Fecha Ingreso}}{360 \text{ días}}$$

Tabla 5

Descriptivos antigüedad funcionarios

N	Mínimo	Máximo	Media	Desv.	Asimetría	Curtosis
2.426	0,01	41,43	4,77	6,48	2,38	6,35

La antigüedad de los funcionarios en la Cooperativa oscila entre 0 años (menos de un año) y 41 años, con una media de 4.7 años y una asimetría positiva, la cual indica que la mayor parte del personal que ha laborado o está laborando en la Cooperativa lleva muy poco tiempo en ella y por eso se concentran más los datos a la izquierda de la media.

También se puede identificar en la tabla 6 donde el investigador clasifica por el estado de los funcionarios que las personas que más se van de la Cooperativa por las diferentes causales de retiro son en un 84.9% trabajadores con 5 o menos años laborando en ella, del otro lado, el 86.8% de los funcionarios que se encuentran trabajando en la Cooperativa a corte de diciembre de 2019 cubren un amplio rango de antigüedad, por debajo de 6 años se tiene un 48.3%, entre 5 y 10 años el 24.5% , entre 10 y 15 años de antigüedad agrupa un 14% y cerca del 13%, tienen más de 15 años laborando en la empresa, esto implica casi toda una vida laboral al servicio del mismo empleador y permite inferir estabilidad laboral.

Tabla 6

Frecuencia por quinquenio Antigüedad vs Estado Funcionario

Estado Funcionario	Rango	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
ACTIVO	0 - 5	509	48,30%	48,30%
	5 - 10	258	24,55%	72,85%
	10 - 15	147	14,00%	86,85%
	15 - 20	60	5,70%	92,55%
	20	79	7,50%	100,05%
	TOTAL	1053	100,00%	
INACTIVO	0 - 5	1165	84,90%	84,90%
	5 - 10	139	10,10%	95,00%
	10 - 15	33	2,40%	97,40%
	15 - 20	9	70,00%	167,40%
	20	27	2,00%	169,40%
	TOTAL	1373	100,00%	

6.8 Porcentaje De Endeudamiento

Se visualiza que el porcentaje de endeudamiento de los funcionarios o exfuncionarios de la Cooperativa de ahorro y crédito oscila entre el 4 y 455 por ciento, con un promedio aproximado de 23.45%. También se puede evidenciar que los datos son ligeramente asimétricos positivos por

lo que los valores se tienden a reunir más en la parte izquierda que en la derecha de la media, es decir que la mayor parte de los funcionarios se encuentran endeudados sin poner en peligro su integridad financiera ya que no han alcanzado el límite de su capacidad de endeudamiento, el cual expertos calculan que es entre un 35% y 40% de los ingresos netos mensuales.

Tabla 7
Descriptivos Porcentaje de Endeudamiento

N	Mínimo	Máximo	Media	Desv.	Asimetría	Curtosis
2426	4,00	455,55	21,909	23,451	5,748	72,847

6.9 Número De Hijos

De los 2.426 datos de funcionarios tanto activos como inactivos de la Cooperativa de ahorro y crédito se puede notar que el 14.51% no tienen hijos, 347 empleados solo tienen un hijo (14.30%), hay un 14.59% que tiene entre dos y cinco hijos pero vemos que esta variable no se puede tomar en cuenta para el ajuste del modelo ya que más del 50% de sus datos se encuentran faltantes o nulos.

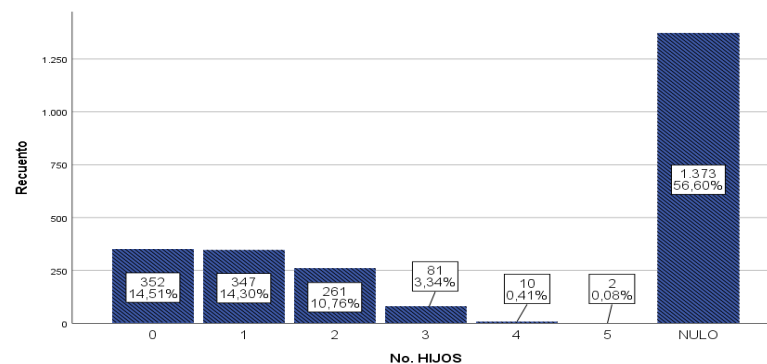


Figura 10. *Numero de hijos funcionarios*

7 Tratamiento De Los Datos

7.1 Primera fase

Para realizar el estudio fue necesario depurar algunos datos, crear nuevas variables y juntar algunas categorías para así dar una mejor interpretación al modelo logit binomial. En primera instancia se procede a depurar la base de datos omitiendo 315 registros correspondientes a los cargos tales como practicantes SENA y practicantes universitarios, los cuales a pesar de que tienen contrato directo con la Cooperativa bajo la modalidad de aprendizaje y por lo mismo su contrato no es superior a seis meses, de igual forma no se le realiza aprovisionamientos en prestaciones legales ya que solo se encuentran afiliados a seguridad social en salud y sistemas de riesgos laborales.

7.2 Segunda fase

Se eliminan⁹ de la base de datos 1038 registros los cuales son los correspondientes a las personas que ingresaron a la Cooperativa desde febrero de 2015 a diciembre de 2019, lo anterior se debe a que estas personas no han alcanzado a cumplir los cinco años laborados en la Cooperativa y por ende no tienen derecho al beneficio extralegal denominado prima de antigüedad. Estos individuos, indiferentes de sus covariables siempre tendrán un cero en la variable dependiente por no alcanzar los cinco años de permanencia.

⁹ Tener en cuenta que la base de datos va a seguir siendo alimentada a medida que pasa el tiempo y los registros eliminados entraran a ser parte de los modelos o estudios futuros.

7.3 Tercera Fase

La base tiene 1073 registros con los cuales se procede a juntar categorías en algunas covariables, ya que ciertas observaciones son equivalentes entre sí y genera mayor facilidad de entender su equivalencia una vez que se les ha resumido, para ello las variables que en sus categorías sufrieron cambios fueron:

- **Estado Civil:** Las categorías separado y viudo con una participación de 4.75% es necesario unirlos a la categoría soltero teniendo en cuenta que se encuentran cerca teóricamente ya que no responden por una familia. La categoría creada se denomina “Soltero, Viudo y Separado” y tiene una participación aproximada del 43% de los datos, seguida por un 37.28% de funcionarios con estado civil casado y el restante se ubica en unión libre (Ver Gráfica 7).

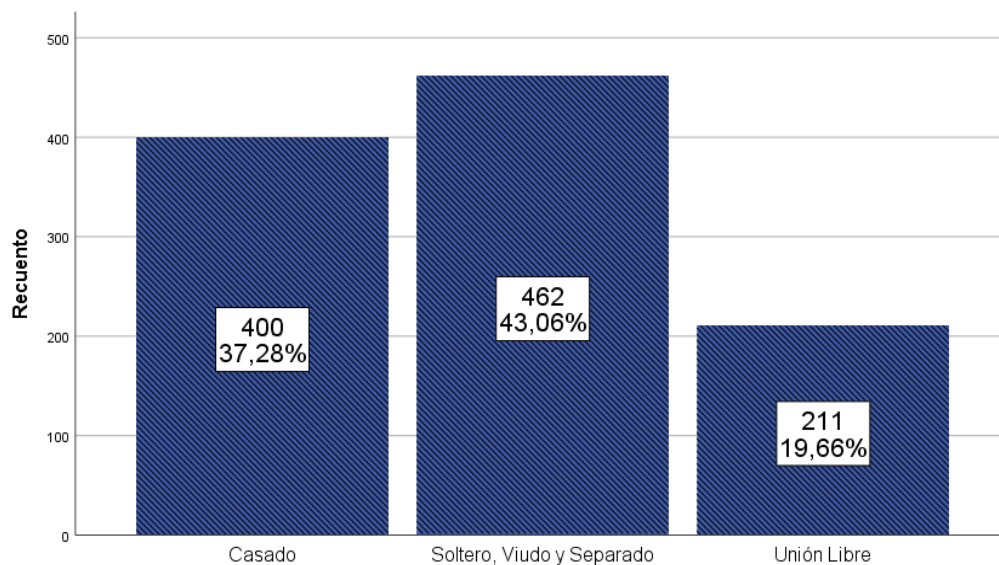


Figura 11. Estado Civil Funcionarios Recategorizada

- **Cargo:** La variable cargo a criterio del investigador se agrupa en dos categorías, administrativo y comercial, lo anterior teniendo en cuenta que a nivel de la Cooperativa existen cargos que rotan más que otros ya sea por su cumplimiento de metas o el paso a otros cargos, estos son los cargos comerciales los cuales también representan la mayor participación con un 67.75%.

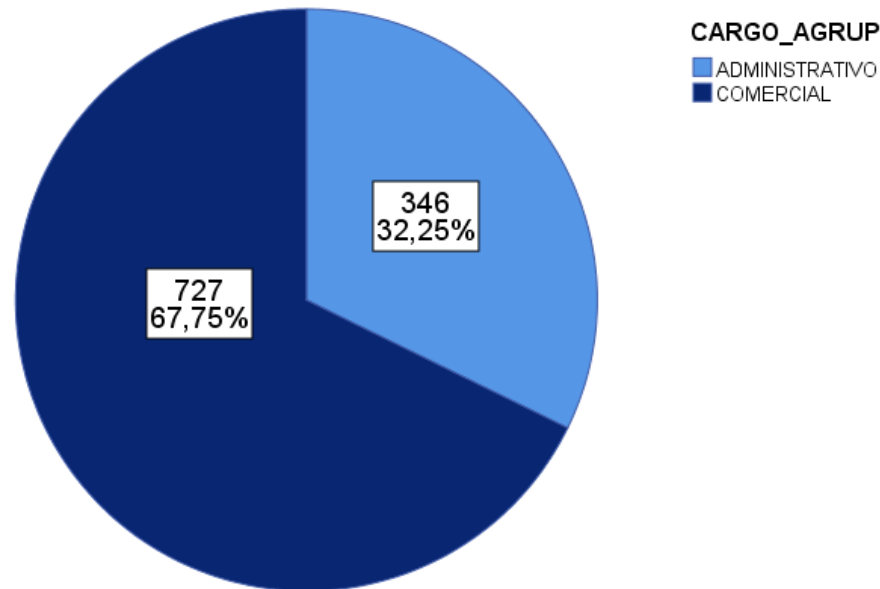


Figura 12. Distribución Cargo Funcionarios

- **Profesión¹⁰:** a pesar que la profesión se asignó en relación con el último título académico alcanzado, y para ello al ser 245 distintas profesiones, se decidió agrupar las categorías en facultades. Dando como resultado la siguiente categorización: Facultad de ciencias (1.86%), Facultad de Ciencias Agrícolas y Veterinarias (1.21%), Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas (62.91%), Facultad de ciencias Humanas y Sociales (4.85%), Facultad de Ingeniería, Arquitectura y afines (13.98%), Facultad de Salud (1.03%), Sin Título

¹⁰ En las pruebas realizadas con las diferentes combinaciones de variables para el modelo, arrojo como resultado que la variable Profesión no fue significativa en ninguna de sus categorías y por tal motivo se procedió a retirar del resto de las pruebas realizadas.

Profesional (14.17%); Sin embargo las participaciones inferiores al 5% se unieron para formar una categoría llamada: Otras Profesiones (8.95%).

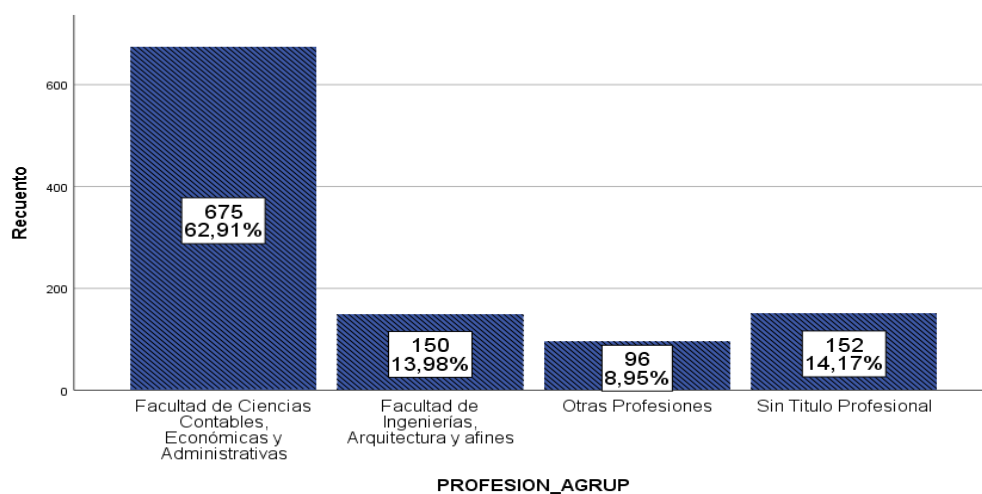


Figura 13. *Profesion Funcionarios Recategorizada.*

- **Escolaridad:** Actualmente el sistema educativo colombiano lo conforman: la educación inicial, la educación preescolar, la educación básica (primaria cinco grados y secundaria cuatro grados), la educación media (dos grados y culmina con el título de bachiller), y la educación superior (pregrado y posgrado), con lo anteriormente expresado las siete categorías dadas en nuestra base de datos son asignadas en tres denominadas así: Basic-Media (Primaria y Bachiller) con una participación del 13.98%, Pregrado (técnico, tecnólogo y profesional) con una participación del 75.21% y Posgrado (especialización y maestría) con una participación del 10.81%.

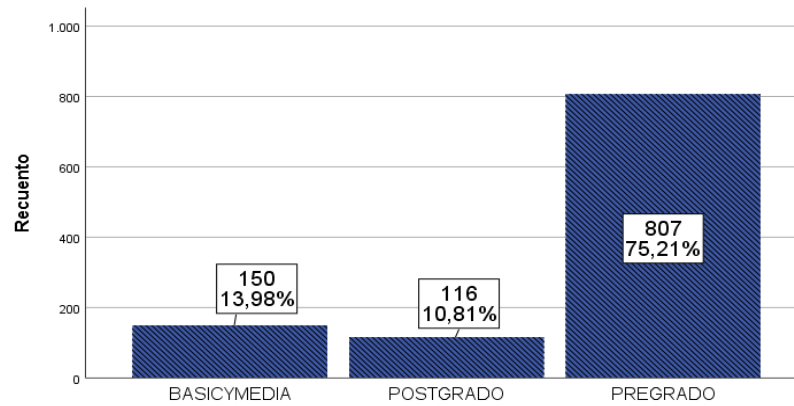


Figura 14. Distribución de la Escolaridad Funcionarios Recategorizada.

7.4 Cuarta Fase

Se procede a la creación de nuevas variables que pueden ayudar en parte a la mejor interpretación de modelo a realizar, tales como:

7.4.1 **Antigüedad.** Esta variable es creada con base en la fecha de ingreso, fecha de retiro y la fecha de corte de la base de datos independiente para funcionarios activos e inactivos:

$$A. F. A. = \frac{\text{Fecha corte} - \text{Fecha Ingreso}}{360 \text{ días}} \quad A. F. I. = \frac{\text{Fecha Retiro} - \text{Fecha Ingreso}}{360 \text{ días}}$$

Tabla 8

Descriptivos antigüedad funcionarios

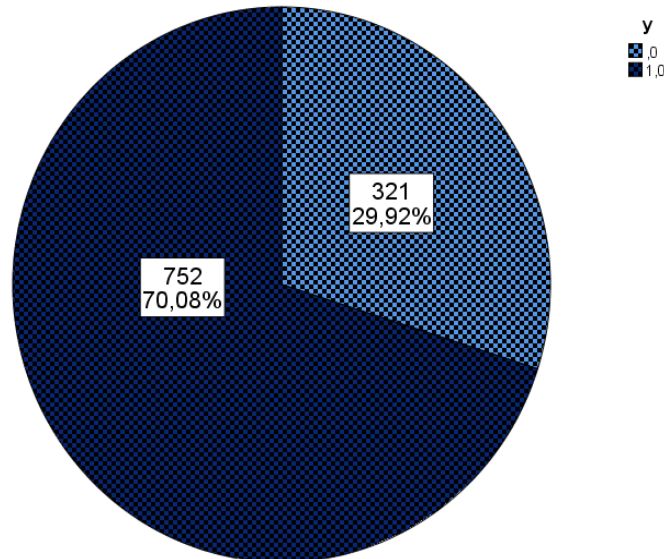
N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
1073	0,019	41,427	9,123	7,682	1,490	2,199

La antigüedad de los funcionarios en la Cooperativa oscila entre 0 años (menos de un año) y 41 años, en promedio un funcionario dura 9.1 años en la empresa, la distribución de esta variable es

asimetría positiva, por lo que nos da a entender que la mayor parte de ellos llevan en la Cooperativa trabajando menos de nueve años.

7.4.2 Variable Dependiente (Y). Con base en la variable antigüedad se procede a la creación de una variable dummy, la cual tiene como objetivo asumir los valores de 1 para los funcionarios que han superado los cinco años de labor en la empresa y 0 a los que no. Siendo así se tiene un 70% de funcionarios que han logrado permanecer en la Cooperativa más de cinco años.

Figura 15
Distribución Categórica Variable Dependiente.



7.4.3 Edad Ingreso. Esta es creada para saber la edad en la que el funcionario ingreso a laborar con la Cooperativa y para ello es tenido en cuenta las variables fecha de nacimiento y fecha de ingreso.

$$\text{Edad de Ingreso} = \frac{\text{Fecha Ingreso} - \text{Fecha Nacimiento}}{360 \text{ días}}$$

Tabla 9

Descriptivos Edad ingreso de los Funcionarios

N	Mínimo	Máximo	Media	Desv.	Asimetría
1073	17,2083	56,0944	28,0832	5,9123	1,0036

Se visualiza que la edad en la que ingresaron de los funcionarios o ex funcionarios de la Cooperativa de ahorro y crédito oscila entre los 17 y 56 años de edad, con un promedio aproximado de 28 años y una desviación de 5.91 entre sí. También se puede evidenciar que los datos son asimétricos positivos, es decir que el personal que ha ingresado a laboral a la Cooperativa es joven y ven en ella oportunidades de crecimiento personal y profesional.

7.5 Fase Adicional.

De igual forma al realizar la eliminación de 1.353 registros de la base de datos original se es necesario realizar nuevamente análisis descriptivo de algunas de variables que no sufrieron transformación alguna como lo son: el sexo, la edad y el salario:

7.5.1 Género. De acuerdo con la información proporcionada, se puede observar que en una de las características biológicas de los funcionarios de la Cooperativa de Ahorro y Crédito, existe una participación mayor en el género femenino frente al masculino, con una participación del 61.79%.

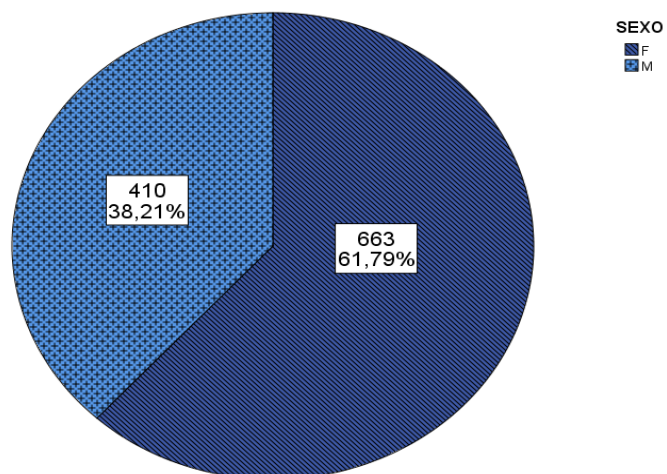


Figura 16. Distribución Género Funcionarios Cooperativa

7.5.2 Edad Funcionarios. Se visualiza que la edad de los funcionarios o ex funcionarios de la Cooperativa de ahorro y crédito oscila entre los 24 y 67 años de edad, con un promedio aproximado de 38 años y una desviación de 8.1 entre sí. También se puede evidenciar que los datos son ligeramente asimétricos por lo que existe aproximadamente la misma cantidad de personal en la Cooperativa menor o mayor a los 38 años de edad, creando así un equilibrio entre experiencia y juventud en pro de los objetivos de la misma.

Tabla 10

Descriptivos Edad actual de los Funcionarios

N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Curtosis
1073	24	67	38,00	8,115	0,946	0,537

7.5.3 Salarios. Se evidencia que los salarios de los funcionarios de la Cooperativa de Ahorro y Crédito oscilan entre los \$ 702.000 pesos Mcte. Y los \$ 16.098.000 pesos Mcte. Con media de 2.050.707 y desviación de 1.156.635, de igual forma se pueden deducir que en la empresa la mayor parte de sus funcionarios obtienen un sueldo menor a los dos millones de pesos.

Tabla 11
Descriptivos Salario Funcionarios

N	Mínimo	Máximo	Media	Desv.	Asimetría
1.073	702.000	16.098.000	2.050.706,60	1.156.635,20	4,36

8 Selección Del Modelo Estadístico

A continuación, para elaborar el modelo de regresión logística, se realizó un estudio de cada uno de los conceptos que se deben considerar conforme a la investigación realizada y que tuviesen relación con la permanencia del personal en la Cooperativa por más de cinco años de labor ($Y = 1$). La variable respuesta asociada a unos determinados valores X_{ij} de las variables explicativas sólo tiene por tanto dos valores posibles, que se codificaron así:

$Y = 1$ Si se ha producido el suceso de estudio, antigüedad igual o mayor a cinco años de laborar en la Cooperativa.

$Y = 0$ Si no se produce el suceso, si el funcionario dura menos de cinco años de labor en la Cooperativa.

8.1 Combinaciones en la obtención del modelo

Como variables dependientes (X_i) de la regresión logística para la obtención del modelo óptimo, se realizaron pruebas con las siguientes variables:

Tabla 12
Connotación Variables

VARIABLE	CONNOTACIÓN	VARIABLE	CONNOTACIÓN
% De Endeudamiento	Pe	Cargo: Admón./Cial	C
Edad del Funcionario	E	Estado Civil	Ec
Salario	S	Profesión del Funcionario	Pr
Genero / Sexo	Sex	Edad de Ingreso	Ei
Escolaridad	Esc		

Para ello, con el fin de la obtención del modelo óptimo¹¹, se probaron varias combinaciones de variables para diferentes modelos; modelo con una predictora, con dos, con tres y así sucesivamente en cada caso, también para la determinación de las posibles combinaciones de las variables fueron empleados por medio de un criterio experto según la literatura y con base a criterio del investigador actuando como experto en el tema por ser funcionario de la Cooperativa.

Todos y cada uno de los modelos logísticos realizados se compararon con el modelo básico, nulo o sin predictoras, solo con β_0 , cuya finalidad es observar si estos modelos son útiles, sin embargo de todas las pruebas realizadas se destacaron los siguientes ocho modelos:

¹¹ Se emplearon también métodos de selección de variables que nos permiten encontrar el mejor modelo con esas k variables disponibles. **Regresión Forward y Stepwise:** Inicia con un modelo sin variables explicativas y en cada paso agrega una, realiza pruebas como sea posible hasta que ya no se puedan agregar variables significativas. **Regresión Backward:** Inicia con un modelo con todas las variables explicativas y en cada paso va quitando la variable explicativa menos significativa.

Tabla 13

Combinaciones de Modelos Realizadas

	ECUACION	AIC	% ACIERTO	R ²
M1	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * PE_i + \beta_2 * EA_i + \beta_3 * S_i + \beta_4 * Sex_i + U_i$	673.19	87.88 %	0.493
M2	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * PE_i + \beta_2 * C_i + \beta_3 * S_i + \beta_4 * Sex_i + \beta_5 * E_i + \beta_6 * Esc_i + U_i$	672.07	88.4%	0.498
M3	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * C_i + \beta_2 * S_i + \beta_3 * Sex_i + \beta_4 * PE_i + \beta_5 * EA_i + U_i$	674.63	87.69%	0.493
M4	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * Sex_i + \beta_2 * EA_i + \beta_3 * EC_i + \beta_4 * S_i + \beta_5 * Esc_i + \beta_6 * Pr_i + \beta_7 * C_i + U_i$	690.79	89.09%	0.490
M5	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * PE_i + \beta_2 * C_i + \beta_3 * S_i + \beta_4 * Sex_i + \beta_5 * EI_i + \beta_6 * Pr_i + U_i$	723.53	86.57%	0.461
M6	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * C_i + \beta_2 * S_i + \beta_3 * Sex_i + \beta_4 * PE_i + \beta_5 * EI_i + U_i$	734.71	87.45%	0.448
M7	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * Sex_i + \beta_2 * EI_i + \beta_3 * EC_i + \beta_4 * S_i + \beta_5 * Esc_i + \beta_6 * Pr_i + \beta_7 * C_i + U_i$	734.33	87.04%	0.457
M8	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * S_i + \beta_2 * EA_i + \beta_3 * PE_i + \beta_4 * Sex_i + \beta_5 * Esc_i + U_i$	670.35	88.63%	0.498

De la tabla anterior el **modelo codificado como M1** presenta como covariables, el porcentaje de endeudamiento, la edad actual, el salario y el sexo. **El segundo modelo M2** presenta como covariables: el porcentaje de endeudamiento, el cargo, salario, sexo, edad, escolaridad. **El modelo M3** presenta las covariables de cargo, salario, sexo, porcentaje de endeudamiento y edad actual del funcionario. **El modelo M4** tiene entre sus covariables: el sexo, la edad actual, el estado civil, salario, escolaridad, profesión y cargo. **El modelo M5** presenta covariables como el porcentaje de endeudamiento, el cargo, salario, sexo, edad de ingreso a la Cooperativa y profesión. **El modelo M6** presenta las covariables de cargo, salario, sexo, porcentaje de endeudamiento y la edad de ingreso del funcionario. **El modelo M7** maneja las siguiente covariables: sexo, edad de ingreso, estado civil. Salario, escolaridad, profesión y cargo del funcionario. **El modelo M8** utiliza como covariables: el salario, la edad actual, el porcentaje de endeudamiento, el sexo y la escolaridad.

8.2 Modelo Logit Seleccionado

Para la selección del modelo logit binomial más óptimo fue útil el uso del criterio de información de Akaike (AIC), la tabla de verdad y el R de McFadden el cual arrojo como resultado al M8 como la mejor combinación de las covariables influyentes en la rotación de personal.

Modelo Teórico

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * Salario_i + \beta_2 * Edad_i + \beta_3 * \% Endeudamiento_i + \beta_4 * Sexo Masculino_i + \beta_5 * Posgrado_i + \beta_6 * Pregrado_i + U$$

Modelo Ajustado

$$Y_i = -10.02 + 0.000003815 * Salario + 0.111 * Edad + 0.01788 * \% Endeudamiento - 0.9642 * Sexo Masculino - 0.4386 * Posgrado + 0.5145 * Pregrado + U$$

Ecuación 2

RESIDUOS DE DESVIACIÓN:				
Min	1Q	Mediana	3Q	Max
-48.423	-0.3242	0.1269	0.4645	20.925

COEFICIENTES					
	Estimación Log Odds	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercepto)	-1.002e+01	8.381e-01	-11.951	< 2e-16	***
SALARIO	3.816e-06	2.929e-07	13.031	< 2e-16	***
EDAD	1.110e-01	1.577e-02	7.037	1.97e-12	***
ENDEUDAMIENTO	1.788e-02	4.441e-03	4.026	5.67e-05	***
(Masculino)	-9.642e-01	2.059e-01	-4.683	2.82e-06	***
POSGRADO	-4.386e-01	5.627e-01	-0.779	0.4357	
PREGRADO	5.145e-01	2.660e-01	1.934	0.0531	.

Códigos de Significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Desviación nula: 1309.39 en 1072 Grados de Libertad

Desviación Residual: 656.35 en 1066 Grados de Libertad

AIC: 670.35

En la tabla coeficiente, se observa que la mayoría de las variables son altamente significativas, con p-valores bajísimos, lo que demuestra que son importantes para explicar la variable dependiente, de igual forma a nivel empresarial, estas son variables que de una u otra forma impactan al área de recursos humanos, a las decisiones que pueden tomar los funcionarios y a las medidas de contingencia a emplear por la Cooperativa en cuanto a la probabilidad de deserción de personal.

En este caso la desviación del modelo nulo es $-2LL = 1309.39$, pero cuando añadimos el tratamiento (diferencia entre la desviación del modelo que no depende de ninguna variable menos la correspondiente al modelo que incluye a las covariables seleccionadas) este valor se reduce a 656.35, lo que nos indica que con estas variables el modelo mejora prediciendo y genera un indicio de un buen ajuste del mismo.

La solución dada por Akaike es elegir como función de pérdida (o criterio de especificación) el mínimo del criterio de información, este criterio paramétrico comparativo entre los modelos fue una herramienta empleada para la selección de nuestro modelo el cual su AIC es de 670.35, situándose como el menor de todas las combinaciones de modelos realizadas.

8.3 Interpretación Coeficientes

Se interpretan los signos en los coeficientes manteniendo todos los efectos constantes

$Y = 1$ (Probabilidad de durar más de cinco años en la Cooperativa)

- **Salario:** Cuando el salario tiene un aumento unitario, el logaritmo del odds de Continuar en la empresa vs no continuar tiene un muy bajo incremento de 0,00000381.
- **Edad:** Cuando el funcionario tiene un aumento unitario en su edad (años) la probabilidad de durar más de cinco años laborando aumenta en 0.1110.
- **Endeudamiento:** Cuando su porcentaje de endeudamiento aumenta en una unidad, el logaritmo del odds de continuar en la empresa vs no continuar tiene un bajo incremento de 0.01788.
- **Masculino:** Cuando un funcionario pertenece al género masculino, la probabilidad de durar más de cinco años laborando en Cooperativa es menor en comparación con el femenino de un 0.9642.
- **Escolaridad:** cuando se tiene un título de pregrado aumenta la probabilidad de permanencia del funcionario en 0.5145; a diferencia para el caso de empleados con títulos de posgrado, el logaritmo del odds de Continuar en la empresa vs no continuar tiene un muy bajo incremento de 0.4386.

8.4 Coeficientes del Modelo - odd ratio

Se calculan los exponenciales de beta ¹² (e^{β}), odds de 1 significan chances iguales, menores a 1 son negativos y mayores a 1 son positivos, para todo ello se realizan dos procedimientos mencionados anteriormente (pág. 24) para su interpretación dependiendo de su resultado.

¹² Para poder generar los coeficientes del modelo logit odd ratio se realiza la siguiente codificación: `exp(logit1$coefficients)`. Para mayor detalle verificar el anexo “Código Empleado”

Tabla 14
Odds Ratio

ODDS RATIO			
INTERCEPTO	SALARIO	EDAD	ENDEUDAMIENTO
0.000044648	1.000004	1,117	1,018
	MASCULINO		PREGRADO
	0,381		1,672

- **Salario:** en aumento de un peso del salario, aumenta la probabilidad de que el funcionario se quede más de cinco años en un 0,0004 %. Lo que quiere decir que por cada diez mil pesos en aumento de salario la probabilidad de quedarse aumenta en un 4% y por cada cien mil pesos aumenta en un 40%.
- **Edad:** Por un aumento de un año en la edad, la probabilidad que el funcionario se quede más de cinco años en comparación a que se vaya aumenta en un 11,7%.
- **Endeudamiento:** Por un aumento del 1% en endeudamiento, la probabilidad que el funcionario se quede más de cinco años en comparación a que se vaya aumenta en un 1,8%.
- **Sexo:** si la persona es del género masculino es 2.62 veces más probable que no dure más de cinco años a que dure más de cinco años.
- **Escolaridad / Pregrado:** cuando se tiene nivel de escolaridad pregrado universitario, la probabilidad que el funcionario se quede más de cinco años en comparación a que se vaya aumenta en un 67,2%, en comparación con los bachilleres o posgrados.

8.5 Aplicación del modelo propuesto para el cálculo de la probabilidad de permanencia por más de cinco años en la Cooperativa.

A continuación se va a realizar una explicación de cómo usar el anterior modelo como insumo de la Cooperativa para calcular la probabilidad de permanencia de los funcionarios mayor a cinco años de labor, es de aclarar que este insumo va a ser útil para los aprovisionamientos del pasivo en el pago de la prima de antigüedad o quinquenios, de igual forma puede ser adaptado a los demás beneficios extralegales que la Cooperativa da a sus funcionarios y adicionalmente para el cálculo del índice de rotación de personal.

A partir de los coeficientes de la ecuación 2 y de los valores de los funcionarios de la Cooperativa, podemos calcular el odd ratio de los individuos, por ejemplo el individuo [76] de nuestra Cooperativa tiene las siguientes características: Mujer de 42 años de edad con un salario superior a los cuatro millones de pesos, un 19.25% de endeudamiento y un título de pregrado.

En primera instancia vamos a calcular el log odd ratio usando para ello la **ecuación 2**:

$$Y_i = -10.02 + 0.000003815 * 4.567.590 + 0.111 * 42 + 0.01788 * 19.25 - 0.9642 * 0 - 0.4386 * 0 + 0.5145 * 1$$

$$\text{Log Odd Ratio} = 12,92741925$$

Luego se calculó el Odd Ratio = Exponencial (Log odd)

$$\text{Exp} (12.92741925) = 411440,3166$$

Por último realizamos el cálculo de la probabilidad de permanencia del individuo en la Cooperativa. $P = \text{odd} (1/\text{odd})$

$$411440,3166 \left(\frac{1}{411440,3166} \right) = 0,99999757$$

Para concluir con el procedimiento, se identifica que el individuo [76] tiene un 99.9% de probabilidad de permanecer más de cinco años laborando en la Cooperativa.

Siguiendo el procedimiento anterior, se seleccionan de forma aleatoria tres individuos más y se analizan sus características:

- Segundo Individuo [987] = su probabilidad de permanencia es del 59.27%, sus características son: Mujer Soltera de 42 años de Edad con salario superior al millón quinientos mil pesos, 10.45% de endeudamiento y con un título de pregrado
- Tercer individuo [372] = su probabilidad de permanencia es del 79%, sus características son: Hombre Soltero de 31 años de Edad con salario superior al millón de pesos, un 51.46% de endeudamiento y con título de pregrado
- Cuarto individuo [291] = Su probabilidad de permanencia es del 21.03%, sus características son: Hombre de 36 años de Edad, cuyo estado civil actual es en unión libre, tiene salario superior al millón de pesos, 30.71% de endeudamiento y con un título de bachiller.

Adicionalmente aplicamos el modelo a los individuos que excluimos de la muestras por haber sido contratados directamente por la Cooperativa después de Febrero de 2015, por ejemplo:

- Primer Individuo: Ingreso a laborar el día 10 de Mayo de 2019 cuenta con las siguientes características: Mujer de 39 años de edad con un salario de 1.211.000 y con título de pregrado y un 9.65% de endeudamiento; al realizar el procedimiento en mención, arroja como resultado que este individuo tiene un 40.5% de probabilidad de durar más de cinco años de labor.
- Segundo Individuo: Ingreso a laborar el día 23 de Agosto de 2016 y cuenta con las siguientes características: Mujer soltera de 34 años de Edad con un salario de 2.484.000, título de pregrado y un 26.75% de endeudamientos. Este individuo tiene un 98.55% de probabilidad de permanencia por más de cinco años de labor en la Cooperativa.
- Tercer individuo: Ingreso a laborar el 12 de Febrero de 2018 y cuenta con las siguientes características: Hombre en unión libre con 45 años edad, salario de 1.860.820, título de pregrado y un porcentaje de endeudamiento del 9.27%. este individuo tiene un 85.67% de probabilidades de permaneces por más de cinco años trabajando en la Cooperativa.

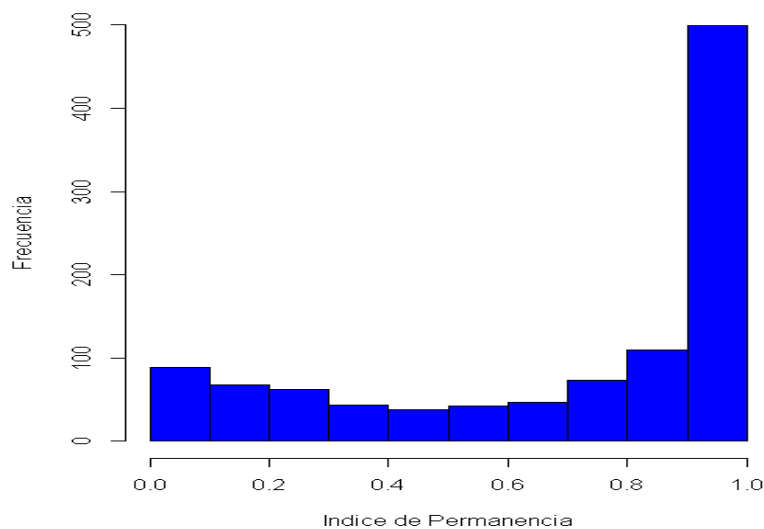


Figura 17. *Predicción de las probabilidades de permanecer más de cinco años*

Conforme a la gráfica anterior podemos identificar que la mayoría de los funcionarios de Financiera Comultrasan tienen un perfil de quedarse en la cooperativa laborando por varios años, este efecto lo explica la gráfica ya que se concentra mayor frecuencia entorno a una probabilidad de permanencia en la entidad entre el 90% y 100%.

8.6 Eficacia predictiva y Ajuste del Modelo

Para medir mejor la bondad predictora del modelo realizamos de forma manual ¹³ en el software R-Studio un condicional, el cual consta en que, si el valor del ajuste es mayor a 0.5 asumirá que el individuo se quedara más de cinco años o sea que será un 1, si no el valor será 0, ósea se va en menos de cinco años; esto lo cruzamos con la variable Y observada y creamos así la tabla de verdad o de concordancia, la cual para nuestro modelo tiene un 88.66% de acierto, ya que el modelo predijo 701 personas que si van a permanecer más de cinco años en la Cooperativa y 250 personas que no.

Tabla 15
Concordancia del Modelo

	0	1
0	250	51
1	71	701

8.7 Bondad del Modelo - R de McFadden

Podemos concluir que el modelo logit binomial se ajusta de forma aceptable a nuestros datos, ya que el modelo definido ajusta un 50% mejor que el modelo sin variables predictoras.

¹³ La Codificación para realizar esta tabla fue ejecutada en el Software RStudio, para mayor información verificar el anexo del Código.

9 Conclusiones

La realización de este proyecto de proponer una estrategia para el cálculo de la probabilidad de rotación en la Cooperativa se vio como necesidad ya que existen incentivos extralegales como lo es la prima de antigüedad, la cual implica un aprovisionamiento planificado desde el ingreso del empleado, actualmente la fórmula del nivel de aprovisionamiento incluye la probabilidad de desertión, aunque este valor es una constante para todos los empleados que no tiene justificación técnica alguna y carece de una metodología clara para la actualización, este valor solo presenta distinción entre los cargos catalogados como administrativos y comerciales.

Por tal motivo lo que se quiere es ajustar una probabilidad con mayor exactitud, que diera un peso significativo a este cálculo de aprovisionamiento, que de igual forma sirva de soporte al área de Gestión Humanos en el proceso de selección de personal, contratado así el candidato ideal para minimizar los costos de selección, formación, capacitación y tiempo para la Cooperativa entre los potenciales empleados y como resultado paralelo no genere pérdida de imagen, marca y posicionamiento de la misma.

De la investigación realizada se encuentra una fórmula matemática muy común y usada por las entidades en cuanto al índice de rotación, sin embargo esta solo tiene como objetivo mirar cuanto personal está cambiando dentro de una organización (entradas y salidas dadas en porcentajes); por tal motivo la probabilidad que se propone es puntual para cada persona, en cuanto al cálculo de la probabilidad de retiro o permanencia basados en antecedentes que enfrenta la Cooperativa en cuanto mayor o menor aprovisionamiento de beneficio otorgado a los empleados y para ello las

variables que más se vieron que influyen son: el salario, la escolaridad, el número de hijos, edad, estado civil, cargo desempeñado, profesión entre otras.

El modelo que se propuso para dar respuesta a las necesidades de la Cooperativa (Ver formulación en Ecuación 2), fue un modelo logit binomial en el cual se determina la permeancia del personal, basado en las variables que más significancia obtuvieron, tales como: el salario, la edad actual, porcentaje de endeudamiento, sexo y la escolaridad.

Con lo anteriormente expuesto, se puede determinar que una persona que tiene estudios en pregrado es más factible su permanencia a largo plazo en la institución a una persona que tenga estudios en posgrado, quizás esto se deba a la que Cooperativa da incentivos económicos a sus colaboradores con la finalidad de apoyar la educación formal de cada uno de ellos, lo que aumenta el sentido de pertenencia hacia la misma; así mismo cuando los funcionarios aumentan su edad existe mayor probabilidad de continuar en la entidad, esto puede ser originado que las ofertas laborales dadas por el mercado están segmentadas en buscar personal joven o también existe probabilidad de que los funcionarios busquen su estabilidad pensando en su futuro pensional. Este estudio también nos da a conocer que los hombres tienen menor probabilidad de permanencia, dado a que puede existir mayor oportunidad en el mercado para ellos en los cargos comerciales.

El posicionamiento de la Cooperativa a nivel regional hace que los salarios sean buenos ya que adicionalmente a estos se encuentran amarrados a una serie de bonificaciones extralegales que generan estímulo, seguridad y atracción por parte de sus funcionarios.

Referencias Bibliográficas

- Almeda, C. (07 de 07 de 2017). *La rotación de personal: todo lo que debes saber sobre ella*.
Obtenido de Talent Clue: <http://blog.talentclue.com/rotacion-de-personal>
- Castillo Aponte , J. (2006). *Administración de personal: un enfoque hacia la calidad*. Bogotá: ECOE Ediciones.
- Chiavenato, I. (2000). *Administración de Recursos Humanos*. Brasil : Editorial Atlas.
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de Recursos Humanos, el capital humano de las*. Colombia: Editorial McGran-Hill. Octava Edición.
- Comité Mixto OIT/OMS. (1984). *Factores Psicosociales en el trabajo: Naturaleza, incidencia y prevención*. Ginebra: Oficina internacional del trabajo de Ginebra.
- García, S. (2007). *Aplicación de la estadística para la toma de decisiones relativas al problema de la rotación de personal en una empresa de distribución en Chile. (Tesis inédita)*. Universidad de Chile, Chile.
- Gómez, E., Pacheco, D., & Segovia, S. (01 de 12 de 2015). *Banco de la Republica* . Obtenido de http://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/9139/rem_dic_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gujarati, D. (1995). *Econometría*. Estados Unidos : Editorial Mc Graw Hill. Tercera edición.
- Herzberg, F. (1968). How Do You Motivate Employees? *One More Time*, 5 - 16.
- Jimenez , G. (2011). *Índice de Rotación de Personal: Determinación del costo de la Rotación de personal*. Ecuador : ediciones Shamuco Dragón.
- Kinicki, A. (2003). *Comportamiento organizacional: conceptos, problemas y práctica*. México: Mc Graw Hil.

- linares, J. (11 de Septiembre de 2018). *Easyrecrue*. Obtenido de Easyrecrue Web Site:
<https://news.easyrecrue.com/es/rotacion-de-personal>
- LinkedIn. (19 de 03 de 2018). Obtenido de Equipos&talento:
<https://www.equiposytalento.com/noticias/2018/03/19/linkedin-revela-los-sectores-con-los-niveles-mas-altos-de-rotacion>
- Llano Diaz , L. R., & Mosquera Caicedo, V. (2006). El Modelo Logit una alternativa para medir probabilidad de permanencia estudiantil. (*Tesis*). Universidad Nacional de Colombia, Bogota.
- Maslow, A. (1993). *Una teoría sobre la motivación humana*. New York: Diaz de Santos S.A.
- Oboando Millan, M. P. (2009). Rotación de personal en la empresa SIGO. (*Trabajo de grado*). Universidad del Oriente, Venezuela.
- Pigors, P., & Myers, C. (1985). *Administración de personal. Un punto de vista y un metodo*. México: C.E.C.S.A.
- Reyes, M. (2007). La influencia de la cultura organizacional en la rotación del personal en el área de servicio al cliente. (*Tesis*). Centro de Estudios Administrativos y Financieros de la Universidad Panamericana, Bogota.

Apéndices

Apéndice A. Código Empleado en RStudio (Resumen)

```

1. #####
2. ##### CODIGO RSTUDIO MODELO LOGIT BINOMIAL #####
3. #####
4.
5.
6. # Borramos memoria para empezar a trabajar de ceros en nuestra base.
7. rm(list=ls())
8.
9. #Instalamos paquete adecuado para leer archivos en excel
10. install.packages("readxl")
11. library(readxl)
12.
13. #Cargamos la Base de datos
14. datos<- read_excel("D:/Documentos/Usuarios/Personal/Escritorio/BD
    DEPURADAPROFE2.xlsx")
15.
16. #Validamos el Cargue Correcto
17. View(datos)str(datos)
18. head(datos)
19. names(datos)
20.
21. #fijamos las Variables de la base de datos
22. attach(datos)
23.
24. #Creacion de la Variable Y
25. y = ifelse(Antiguedad <= 5 ,0,1) ;y
26.
27. #Creacion del Modelo Basico Usado para Comparar Siempre
28. logitBasic<- glm(y ~ 1, family=(binomial(link=logit)))
29. summary(logitBasic)
30.
31.
32. #Las Mejores Combinaciones Realizadas - (Los 8 Modelos Presentados en el Trabajo)
33.
34. #MODELO 1
35. logit17<- glm(y ~
    ENDEUDAMIENTO+EDAD+SALARIO_PROMEDIO+SEXO, family=(binomial(link
    =logit)))
36. #AIC = 673.19
37. # Tabla = 246 + 697 = 943 --- 87.88%
38. # R = 0.4935

```

```

39.
40. #MODELO 2
41. logit18<- glm(y ~
    ENDEUDAMIENTO+CARGO_AGRUP+SALARIO_PROMEDIO+SEXO+EDAD+ES
    COL_AGR, family=(binomial(link=logit)))
42. #AIC = 672.07
43. #Tabla = 250 + 699 ===== 949 -- 88.4%
44. #R = 0.498
45.
46.
47. #MODELO 3
48. logit25<- glm(y ~
    CARGO_AGRUP+SALARIO_PROMEDIO+SEXO+ENDEUDAMIENTO+EDAD, fa
    mily=(binomial(link=logit)))
49. #AIC = 674.63
50. #Tab = 245 + 696 === 941 --- 87.69%
51. # R = 0.4939
52.
53.
54. #MODELO 4
55. logit7<- glm(y ~
    SEXO+EDAD+ESTADO_CIVIL+SALARIO_PROMEDIO+ESCOL_AGR+PROFESI
    ON_AGRUP+CARGO_AGRUP, family=(binomial(link=logit)))
56. #AIC = 690.79
57. #Tabla = 250 + 706 === 956 ---- 89.09%
58. #R = 0.4907
59.
60.
61. #MODELO 5
62. logit30<- glm(y ~
    ENDEUDAMIENTO+CARGO_AGRUP+SALARIO_PROMEDIO+SEXO+EDAD_IN
    G+PROFESION_AGRUP, family=(binomial(link=logit)))
63. #AIC = 723.53
64. #Tabla = 239 + 690 ===== 929 -- 86.579%
65. #R = 0.4611
66.
67.
68. #MODELO 6
69. logit33<- glm(y ~
    CARGO_AGRUP+SALARIO_PROMEDIO+SEXO+ENDEUDAMIENTO+EDAD_IN
    G, family=(binomial(link=logit)))
70. #AIC = 734.71
71. #Tab = 242 + 692 === 934 -- 87.45%
72. # R = 0.448
73.
74.

```

```

75. #MODELO 7
76. logit5<- glm(y ~
    SEXO+EDAD_ING+ESTADO_CIVIL+SALARIO_PROMEDIO+ESCOL_AGR+PRO
    FESION_AGRUP+CARGO_AGRUP, family=(binomial(link=logit)))
77. #AIC = 734.33
78. #Tabla = 239 + 695 === 934 -- 87.04%
79. #R = 0.457
80.
81.
82.
83. #####
84. ### MODELO LOGIT BINOMIAL ELEGIDO ###
85. #####
86.
87. logit1<- glm(y
    ~SALARIO_PROMEDIO + EDAD + ENDEUDAMIENTO + SEXO + ESCOL_AGR, f
    amily=(binomial(link=logit)))
88. summary(logit1)
89. #AIC = 670.35
90.
91. #Tabla de Verdad
92. ajuste1=ifelse (logit1$fitted.values>0.5, 1, 0)
93. table (ajuste1, y)
94. #88.63% de Acertividad
95.
96. ### R^2 de Mcfadden
97. 1-logLik(logit1)/logLik(logitBasic)
98. # 49.87%
99.
100.    #Coeficientes del modelo logit odd ratio
101.    exp(logit1$coefficients)
102.
103.    ## Indice de permanencia con este modelo - Aplicacion del Modelo
104.    logit1$fitted.values
105.    IP = logit1$fitted.values
106.
107.    #Caracteristicas de los individuos
108.    datos[76,] # 0.895
109.    datos[987,] # 0,592
110.    datos[372,] # 0,210
111.
112.    #Predicción de las probabilidades de permanecer más de cinco años
113.    hist(IP, freq = TRUE, col = "blue", main = "Histograma Valores Ajustados",
114.        xlab = "Indice de Permanencia", ylab = "Frecuencia")
115.
116.

```

```
117. #####
118. ## MODELO LOGIT BINOMIAL OTRA FORMA##
119. #####
120.
121.
122. # 1.  REGRESION FORWARD // BACKWARD // STEPWISE ##
123.
124. RLM.Vacio<-glm(y ~ 1, data=datos,family=(binomial(link=logit)))
125. summary(RLM.Vacio)
126.
127. RLM.Completo<-glm(y ~ ., data=datos, family=(binomial(link=logit)))
128. summary(RLM.Completo)
129.
130.
131. #REGRESION FORWARD
132. RLM.Forward<-step(RLM.Vacio,
133.                   scope = list(lower= RLM.Vacio, upper = RLM.Completo),
134.                   direction = "forward")
135.
136. summary(RLM.Forward)
137.
138. #REGRESION BACKWARD
139. RLM.Backward = step(RLM.Completo,
140.                     scope = list(lower= RLM.Vacio, upper = RLM.Completo),
141.                     direction = "backward")
142.
143. summary(RLM.Backward)
144.
145. #REGRESION STEPWISE
146. RLM.Stepwise <-step(RLM.Vacio,
147.                     scope = list(lower= RLM.Vacio, upper = RLM.Completo),
148.                     direction = "both")
149.
150. summary(RLM.Stepwise)
```